

JC971 U.S. PTO
09/960376

09/24/01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Matsatoshi TAKADA

Serial No. NEW

: Attn: Application Branch

Filed September 24, 2001

: Attorney Docket No. 2001_1305A

INTERFERENCE-SIGNAL REMOVING
APPARATUS

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Assistant Commissioner for Patents,
Washington, DC 20231

Sir:

Applicant in the above-entitled application hereby claims the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2001-067601, filed March 9, 2001, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Matsatoshi TAKADA

By *Michael S. Huppert*

Michael S. Huppert
Registration No. 40,268
Attorney for Applicant

MSH/kjf
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
September 24, 2001

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC971 U.S. PTO
09/960376
09/24/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2001年 3月 9日

出願番号

Application Number:

特願2001-067601

出願人

Applicant(s):

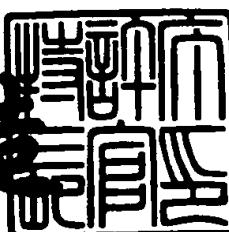
株式会社日立国際電気

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 8月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 2000798

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H03G 1/00

H04B 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式会社日立
国際電気内

【氏名】 高田 昌敏

【特許出願人】

【識別番号】 000001122

【氏名又は名称】 株式会社日立国際電気

【代理人】

【識別番号】 100098132

【弁理士】

【氏名又は名称】 守山 辰雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 035873

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0015262

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 干渉信号除去装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ入力信号から当該干渉信号を除去する干渉信号除去装置において、

所定の閾値を超えるレベルを有する干渉信号のみを入力信号から除去することを特徴とする干渉信号除去装置。

【請求項2】 広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ入力信号から当該干渉信号を除去する干渉信号除去装置において、

入力信号のデジタル値の有効語長を制限する入力信号制御手段と、

有効語長が制限された入力信号に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を推定する干渉信号推定手段と、

干渉信号推定手段の推定結果に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を抽出する干渉信号抽出手段と、

抽出される干渉信号を入力信号から除去する干渉信号除去手段と、

を備えたことを特徴とする干渉信号除去装置。

【請求項3】 請求項2に記載の干渉信号除去装置において、

干渉信号抽出手段は、有効語長が制限された入力信号から干渉信号を抽出することを特徴とする干渉信号除去装置。

【請求項4】 広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ入力信号から当該干渉信号を除去する干渉信号除去装置において、

入力信号に雑音を加える入力信号制御手段と、

雑音が加えられた入力信号に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を推定する干渉信号推定手段と、

干渉信号推定手段の推定結果に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を抽出する干渉信号抽出手段と、

抽出される干渉信号を入力信号から除去する干渉信号除去手段と、

を備えたことを特徴とする干渉信号除去装置。

【請求項5】 請求項4に記載の干渉信号除去装置において、

干渉信号抽出手段は、雑音が加えられた入力信号から干渉信号を抽出することを特徴とする干渉信号除去装置。

【請求項6】 広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ入力信号から当該干渉信号を除去する干渉信号除去装置において、

入力信号に1未満の制御係数を乗算する入力信号制御手段と、
制御係数が乗算された入力信号に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を推定する干渉信号推定手段と、

干渉信号推定手段の推定結果に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を抽出する干渉信号抽出手段と、

抽出される干渉信号を入力信号から除去する干渉信号除去手段と、
を備えたことを特徴とする干渉信号除去装置。

【請求項7】 請求項6に記載の干渉信号除去装置において、
干渉信号抽出手段は、制御係数が乗算された入力信号から干渉信号を抽出することを特徴とする干渉信号除去装置。

【請求項8】 請求項2乃至請求項7のいずれか1項に記載の干渉信号除去装置において、

入力信号制御手段は、入力信号に含まれる干渉信号のレベルを推定する干渉信号レベル推定手段を有し、推定した干渉信号のレベルに基づいて入力信号を制御することを特徴とする干渉信号除去装置。

【請求項9】 請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載の干渉信号除去装置を備え、移動局装置から無線受信した信号を当該干渉信号除去装置に入力して当該信号に含まれる干渉信号を当該干渉信号除去装置により除去することを特徴とする移動通信システムの基地局装置。

【請求項10】 請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載の干渉信号除去装置を1以上のブランチに備え、当該ブランチの信号を当該干渉信号除去装置に入力して当該信号に含まれる干渉信号を当該干渉信号除去装置により除去することを可能としたことを特徴とするダイバーシチ受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ入力信号から当該干渉信号を除去する干渉信号除去装置などに関し、特に、比較的大きいレベルを有する干渉信号のみを入力信号から除去することにより、干渉除去後の入力信号の品質を向上させる技術に関する。

【0002】**【従来の技術】**

例えば受信機により受信する受信信号には、受信を希望する信号（希望信号）と共に、当該希望信号に干渉してしまう信号（干渉信号）が含まれる場合がある。

まず、IEEE 802.11の無線LAN（Local Area Network）を例として、広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号に関して説明する。

【0003】

なお、「広帯域」や「狭帯域」という語は相対的な意味で用いられており、具体的には、狭帯域干渉信号の占有帯域幅と比較して十分にその占有帯域幅が広い信号のことを広帯域信号と言い、例えば狭帯域干渉信号の占有帯域幅の10倍以上の占有帯域幅を有する信号のことを広帯域信号と言う。一例として、ここで説明する無線LANでは、広帯域信号の占有帯域幅が例えば26MHz（1波当たりの周波数）であり、狭帯域信号の占有帯域幅が例えば2MHz（1波当たりの周波数）である。

【0004】

IEEE 802.11の無線LANでは、大別すると、直接拡散（DSSS：Direct Sequence Spread Spectrum）方式と周波数ホッピング（FHSS：Frequency Hopping Spread Spectrum）方式とが用いられており、これらの変調波の違いから、DSSS方式による信号を広帯域信号とみなす一方、FHSS方式による信号を狭帯域信号とみなすことができる。そして、両方式では同じ周波数帯域を使用して無線通信を行っており、システム的に互いの干渉を許しているので、当然のことながら両方式による信号同士で干渉が発生する。

【0005】

ここで、DSSS方式は、狭帯域の信号を周波数拡散により広帯域の信号として通信（送信）を行い、受信側では復調過程で当該信号を元の狭帯域の信号に戻す通信方式である。このため、DSSS方式では、受信信号に含まれる狭帯域干渉信号が復調過程で広帯域信号に拡散されることにより、当該干渉信号を抑圧することができる。このような拡散の前後の比率を拡散率と言い、例えば拡散率が128である場合には約21dB（正確には、 $10 \log 128$ ）の利得が得られることになる。

【0006】

一方、FHSS方式は、狭帯域の信号を、特定時間毎にその送信周波数を変化させることにより広帯域を利用して、通信する方式である。このため、FHSS方式では、特定の時間を固定して見た場合の占有帯域幅は例えば2MHzと狭くなり、DSSS方式の当該帯域当たりの電力が相対的に低くなることから、FHSS方式を採用した受信機の受信フィルタにより干渉の影響を抑えることができる。

【0007】

また、FHSS方式では、例えば別の通信機が異なるホッピングパターンのFHSS方式により信号の通信を行っている場合においても、同一の周波数を同一の時刻に使用してしまう確率は低いため、これらの間での干渉はほとんど問題とはならない。更に、FHSS方式では、DSSS方式と比べて広い帯域を利用して周波数ホッピングを行うことができるため、DSSS方式から強い干渉が発生した場合においても、干渉を受けていない周波数帯域で信号受信を行うことが可能である。

【0008】

しかしながら、上記したDSSS方式では、信号伝送速度を高速にするために拡散率を下げる場合がある。具体例として、拡散率が11に下げられた場合には利得が約10dB（正確には、 $10 \log 11$ ）に下がってしまい、また、それ以下の拡散率では更に利得が低下してしまい、干渉信号の抑圧効果が得られなくなってしまうことがある。

また、例えばFHSS方式を利用したBluetooth（ショートレンジモ

バイルサービス) 等の規格が携帯機器間の無線インターフェースとして広く使われ始めていることから、DSSS方式による信号が干渉を受けてしまう確率が高まっている。

【0009】

また、他の例として、W-CDMA (Wideband-Code Division Multiple Access) 方式の通信信号とPHS (Personal Handyphone System) 方式の通信信号との間で隣接周波数帯域における干渉が発生してしまうことや、2.4GHz帯の無線LAN (IEEE 802.11) の広帯域信号とBluetoothの狭帯域信号との間で干渉が発生してしまうことや、CDMA方式の通信信号とTDDMA (Time Division Multiple Access) 方式やFDMA (Frequency Division Multiple Access) 方式の通信信号との間で周波数帯域の共用による干渉が発生してしまうことや、予期せぬ外来波との干渉が発生してしまうこと等が考えられる。

【0010】

なお、上記のような干渉を除去する技術として、従来より、適応アルゴリズムを用いた干渉信号の除去方法や、ノッチフィルタ等のフィルタを用いた干渉信号の除去方法などが検討等されている。一例として、「周波数帯域を共用するDS-CDMA/TDDMA信号一括受信機への複素マルチレートフィルタバンクの応用(電子情報通信学会論文誌B-II Vol. J80-BII No12 1997年12月)」には、マルチレートフィルタバンクを用いたノッチフィルタにより、広帯域信号に干渉した狭帯域信号を除去する技術が記載されている。しかしながら、この技術では、狭帯域信号を除去する際に希望波である広帯域信号の成分もフィルタにより除去してしまうため、干渉波除去後のビット誤り率が劣化してしまうといった問題がある。

【0011】

次に、従来例に係る干渉信号除去装置の一例を示す。なお、干渉信号除去装置は例えば無線通信を行う受信機に設けられ、当該受信機により受信される信号に含まれる干渉信号を除去する。

図17には、干渉信号除去装置の一例を示しており、この装置には、干渉信号

推定部141と、干渉信号抽出部142と、合成器143とが備えられている。なお、ここで、 t は時刻を示す。

【0012】

干渉信号推定部141は、広帯域の希望信号と複数の狭帯域の干渉信号とが合成された受信信号 $r(t)$ 及び干渉除去後の受信信号 $e(t)$ を入力して、一般的な適応アルゴリズムを用いて当該受信信号 $r(t)$ に含まれる干渉信号を推定し、当該推定結果に基づく干渉信号推定係数 $h(t+1)$ を干渉信号抽出部142へ出力する。

干渉信号抽出部142は、受信信号 $r(t)$ を入力して、干渉信号推定部141から入力される干渉信号推定係数 $h(t+1)$ に基づいて当該受信信号 $r(t)$ から干渉信号（とみなされるもの） $V(t)$ を抽出し、当該干渉信号 $V(t)$ を合成器143へ出力する。

【0013】

合成器143は、受信信号 $r(t)$ と干渉信号抽出部142からの干渉信号 $V(t)$ とを逆位相で（つまり、干渉信号 $V(t)$ が受信信号 $r(t)$ から除去されるように）合成して、干渉信号 $V(t)$ が除去された後の受信信号 $e(t)$ を出力する。なお、合成器143から出力される干渉除去後の受信信号 $e(t)$ の一部は上記した干渉信号推定部141に入力されて、干渉信号の推定に用いられる。

【0014】

次に、CDMA方式や、CDMA方式における干渉信号除去装置の例を示す。

例えばDS-CDMA方式を用いた移動通信システムでは、各移動局装置に異なる拡散符号を割り当てることで複数の移動局装置と基地局装置との多重通信を実現している。具体的には、各移動局装置では送信対象となる信号を自己に割り当てられた拡散符号により拡散変調して送信する一方、基地局装置では各移動局装置に割り当てられた拡散符号を用いて受信信号を逆拡散することで希望の移動局装置からの信号を復調する。また、同様に、移動局装置では基地局装置からの受信信号を自己に割り当てられた拡散符号により逆拡散することで自己宛の信号を復調する。

【0015】

図18には、例えばPN（疑似雑音信号）系列から構成された拡散符号系列の一例を示してある。

同図に示されるように、1単位（1シンボル分）の拡散符号は複数のチップデータ（例えば”1”値と”-1”値の並び）から構成されており、このチップデータの並びのパターンを異ならせることにより複数の異なる拡散符号を生成することができる。ここで、拡散符号は、例えば或る拡散符号を1チップ時間以上ずらすと当該拡散符号との相関がなくなるといった特性を有している。

【0016】

また、同図には、1つのチップデータの時間幅（チップ区間 T_c ）と1シンボル分の拡散符号の時間幅（ビット区間 T ）とを示してある。ここで、1シンボル分の拡散符号の時間幅は、送信機（例えば移動局装置や基地局装置）から受信機（例えば基地局装置や移動局装置）へ送信する送信データ（例えば”1”値と”0”値）の時間幅と対応している。すなわち、拡散符号を構成するチップデータの変化速度は、当該拡散符号により拡散変調される送信データの切換速度（シンボル切換速度）に比べて非常に速い速度となっている。

【0017】

上述のように、このような無線通信では、周波数の利用を許可されて通信に用いている広帯域の周波数帯域内に、意図に反して他の（すなわち、CDMA方式以外の）狭帯域信号等が入り混じって干渉を生じさせてしまう場合がある。このような干渉信号が例えばシステム設計時に想定していた雑音等による妨害の程度より大きい場合には、ビット誤りが増大して、受信機での受信品質が著しく劣化してしまうことが生じる。

【0018】

また、上述のように、例えば周波数帯域の有効利用を目的として、CDMA方式のように比較的広い周波数帯域を用いて通信する方式とFM（周波数変調）方式等のように狭帯域を用いて通信する方式とにより多重通信を実現することも考えられる。具体的には、例えばCDMA方式による拡散信号の周波数帯域にFM方式等のアナログ通信方式による信号を多重して周波数帯域の有効利用を図ること

とが原理的には可能である。しかしながら、もしもCDMA受信機が受信信号からFM方式等による信号を除去できないとすると、当該信号と拡散信号とが互いに干渉してしまうため、ビット誤りが増加し、受信品質の劣化を招いてしまう。

【0019】

なお、図19には、CDMA方式による拡散信号（CDMA信号）とFM方式による信号（FM干渉波）とを含む受信信号のスペクトルの一例を示しており、横軸は周波数を示し、縦軸はスペクトル強度を示している。

【0020】

以下で、図20～図24を参照して、例えば特願平11-197296号公報に記載された干渉信号除去装置（干渉除去回路）の例を示す。なお、この文献に記載された干渉信号除去装置は、例えばCDMA方式を採用する基地局装置や移動局装置や中継局装置等に設けられ、CDMA方式により拡散変調された広帯域の拡散信号と狭帯域の干渉信号とを含む受信信号や受信信号のI成分及びQ成分から当該干渉信号を除去するものであり、特に、拡散信号の特性を利用して干渉信号を除去するものである。

【0021】

図20には、CDMA信号（希望信号）とFM信号（干渉信号）とを含む受信信号を入力して、当該入力信号 $r(t)$ から当該FM信号を除去する干渉信号除去装置の一例を示してある。この干渉信号除去装置では、CDMA方式により拡散変調された拡散信号と干渉信号とを含む受信信号から当該干渉信号を除去するに際して、時間差手段151が受信信号を分配して得られる2つの信号間に拡散符号の1チップ分以上の時間差を与え、抽出手段152、154が時間差を与えた2つの信号間で相関のある信号成分を干渉信号成分として抽出し、除去手段153が抽出した干渉信号成分を受信信号から除去する。

【0022】

具体的には、同図に示した干渉除去装置には、受信信号を遅延させる遅延素子151と、後述するフィルタタップ係数演算制御部154からのタップ係数制御信号に従って遅延した受信信号から干渉信号成分を抽出する適応フィルタ152と、受信信号から当該干渉信号成分を除去する減算器153と、減算器153か

らの出力信号と遅延した受信信号に基づくタップ係数制御信号を適応フィルタ152へ出力するフィルタタップ係数演算制御部154とが備えられている。

【0023】

同図に示した回路の構成例及び動作例を説明する。

この回路には受信機により受信した信号 $r(t)$ が入力され、この入力信号 $r(t)$ には、例えばCDMA方式により拡散変調された拡散信号と狭帯域を用いた通信方式による干渉信号（例えばFM変調信号）が含まれている。ここで、 t は時刻を示しており、本例では1サンプル時間を最小単位とする整数の離散値であるとする。

【0024】

上記した入力信号 $r(t)$ は、まず2つの信号に分配されて、一方の信号が遅延素子151に入力される一方、他方の信号が減算器153に入力される。

遅延素子151は入力した信号を拡散符号の1チップ分の時間幅以上遅延させて出力する機能を有している。なお、この時間差としては、例えば当該2つの信号間で拡散信号の相関成分をなくすことができ、且つ、除去しようとする干渉信号の相関成分を残すことができる程度の値に予め設定されている。

【0025】

具体的には、遅延素子151から出力される信号は $r(t-\tau)$ と表され、ここで、 τ は遅延素子151により与えられる遅延時間である。

遅延素子151から出力される信号 $r(t-\tau)$ は適応フィルタ152及びフィルタタップ係数演算制御部154に入力される。

【0026】

ここで、図21には、適応フィルタ152の構成例を示してある。

同図に示した適応フィルタ152には、例えば直列に並べられた $(n-1)$ 個の記憶素子 $S_1 \sim S_{n-1}$ から構成されるシフトレジスタと、 n 個の乗算器 $J_1 \sim J_n$ と、 $(n-1)$ 個の加算器 $K_1 \sim K_{n-1}$ とが備えられている。なお、 n はフィルタタップ数である。

【0027】

シフトレジスタには遅延素子151から出力される信号 $r(t-\tau)$ が入力さ

れ、この信号が複数の記憶素子 $S_1 \sim S_{n-1}$ に時系列的に格納される。また、各記憶素子 $S_1 \sim S_{n-1}$ に格納される信号は順次後続する記憶素子へシフトされていく。

具体的に、例えばシフトレジスタに入力される信号 $r(t - \tau)$ の当該シフトレジスタ内における系列 $u(t)$ は式1で示される。ここで、 $u(t)$ はベクトルである。

なお、本明細書では、信号等を表すものとして用いる記号がベクトルである旨や行列である旨を示さない場合には、当該記号はスカラーであるとする。

【0028】

【数1】

$$\begin{aligned} u(t) &= \{r_1, r_2, r_3, \dots, r_n\} \\ r_x &= r(t - \tau - x + 1) \quad \cdots \text{(式1)} \end{aligned}$$

【0029】

ここで、信号 r_1 は或る時刻にシフトレジスタに入力される信号であり、いずれの記憶素子 $S_1 \sim S_{n-1}$ も通過せずに乗算器 J_1 へ出力される信号である。また、信号 $r_2 \sim r_n$ はそれぞれ当該時刻に各記憶素子 $S_1 \sim S_{n-1}$ から出力される信号であり、それぞれ各乗算器 $J_2 \sim J_n$ へ出力される信号である。

【0030】

各乗算器 $J_1 \sim J_n$ にはそれぞれ上記した各信号 $r_1 \sim r_n$ が入力されるとともに、後述するフィルタタップ係数演算制御部154からの各タップ係数制御信号 $h_1 \sim h_n$ が入力され、各乗算器 $J_1 \sim J_n$ では入力した2つの信号を乗算して（すなわち、各信号 $r_1 \sim r_n$ を各タップ係数制御信号 $h_1 \sim h_n$ で重み付けして）当該乗算結果を加算器 $K_1 \sim K_{n-1}$ へ出力する。

ここで、フィルタタップ係数演算制御部154から出力されるフィルタタップ係数系列 $h(t)$ は式2で示される。なお、 $h(t)$ はベクトルである。

【0031】

【数2】

$$h(t) = \{h_1, h_2, h_3, \dots, h_n\} \quad \dots \text{(式2)}$$

【0032】

また、各乗算器 $J_1 \sim J_n$ から出力される乗算結果は加算器 $K_1 \sim K_{n-1}$ により総和され、当該総和結果が適応フィルタ152から出力される。ここで、後述するように本例のフィルタタップ係数系列 $h(t)$ は、当該総和結果が受信信号中に含まれる干渉信号成分と同じ信号となるように、フィルタタップ係数演算制御部154により逐次更新される。

具体的に、適応フィルタ152から出力される信号（すなわち、上記した総和結果） $FM(t)$ は式3で示される。ここで、式3中の Σ は和を表している。

【0033】

【数3】

$$FM(t) = h(t) * u(t) = \sum (h_i * r_i) \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad \dots \text{(式3)}$$

【0034】

なお、本明細書で用いる記号“*”は、当該記号の前後に配置される記号同士の乗算を示し、特に、ベクトル同士の乗算は、2つのベクトルの内積値を算出する演算を表している。

【0035】

上記のようにして適応フィルタ152では、フィルタタップ係数演算制御部154からのタップ係数制御信号に応じて、入力した遅延信号 $r(t - \tau)$ から上記した干渉信号成分を抽出し、干渉波抽出信号 $FM(t)$ として減算器153へ出力する。

【0036】

減算器153は遅延していない入力信号 $r(t)$ と適応フィルタ152からの出力信号 $FM(t)$ とを入力し、当該入力信号 $r(t)$ から当該出力信号 $FM(t)$ を減算して当該減算結果 $e(t)$ を出力する機能を有している。

ここで、上記した減算結果 $e(t)$ は本例の干渉信号除去装置から出力される信号であり、式4で示される。

【0037】

【数4】

$$e(t) = r(t) - FM(t) \quad \cdots (\text{式4})$$

【0038】

本例では、後述するフィルタタップ係数演算制御部154からのタップ係数制御信号が逐次更新されることで、上記した干渉波抽出信号 $FM(t)$ が受信信号中の干渉信号と同じ信号となるため、上記した減算結果 $e(t)$ は受信信号から当該干渉信号を除去した信号、すなわちCDMA方式による拡散信号（理想的には、当該拡散信号のみ）となる。

【0039】

フィルタタップ係数演算制御部154には遅延素子151から出力される信号 $r(t - \tau)$ と減算器153から出力される信号 $e(t)$ とが入力され、フィルタタップ係数演算制御部154はこれらの信号を用いて、適応フィルタ152から出力される信号 $FM(t)$ が干渉信号成分と同じ信号になるようなタップ係数制御信号を演算し、演算したタップ係数制御信号を適応フィルタ152へ出力する機能を有している。

【0040】

本例のフィルタタップ係数演算制御部154では例えばLMS (Least Mean Square) やRLS (Recursive Least Square) 等のアルゴリズムを用いて上記したタップ係数制御信号を演算することができ、本例では一例として、LMSアルゴリズムを用いた場合を説明し、また、RLSアルゴリズムを用いた場合についても後述する。

まず、LMSの一般式を説明する。

LMSの更新式は一般に式5で示される。

【0041】

【数5】

$$h(t+1) = h(t) + \mu * e(t) * u(t) \quad \cdots \text{ (式5)}$$

【0042】

ここで、 $h(t)$ は時刻 t におけるフィルタタップ係数系列であり、 μ は収束の時間や精度に関係する係数（重み付け係数）であるステップサイズパラメータであり、 $e(t)$ は時刻 t におけるエラー信号であり、 $u(t)$ は時刻 t における入力信号系列である。

また、上記したエラー信号 $e(t)$ は一般には式6で示される。

【0043】

【数6】

$$e(t) = d(t) - u(t) * h(t) \quad \cdots \text{ (式6)}$$

【0044】

ここで、 $d(t)$ は通常ユニークワードやトレーニング信号と呼ばれるものであり、送信側と受信側とで予め定められた既知の信号が用いられる。上記式5や式6を用いた演算アルゴリズムでは、フィルタタップ係数系列を逐次更新することで、エラー信号 $e(t)$ を0に収束させることができる。

【0045】

次に、上記のLMSアルゴリズムを本例に当てはめた場合を説明する。

上記した式5を本例の場合に当てはめると、 $h(t)$ はフィルタタップ係数演算制御部154から適応フィルタ152へ出力されるフィルタタップ係数系列であり、 $u(t)$ は遅延素子151からフィルタタップ係数演算制御部154へ出力される信号系列（上記式1に示したもの）である。

また、本例では、上記したエラー信号 $e(t)$ として減算器153から出力される信号（上記式4に示したもの）を用いており、これが本例の干渉除去回路における特徴点となっており、通常のLMSアルゴリズムとは異なる処理となっている。

【0046】

まず、仮に、遅延素子151が備えられていない場合を考えると、上記した演算アルゴリズムはエラー信号 $e(t)$ を0に近づけるため、減算器153から出力される信号 $e(t)$ は0に収束し、受信信号中の干渉信号ばかりでなくCDMA方式による拡散信号までをも除去するフィルタタップ係数系列 $h(t)$ が生成されてしまう。

【0047】

一方、本例では上記した遅延素子151が備えられているため、遅延素子151からフィルタタップ係数演算制御部154に入力される信号 $r(t-\tau)$ と減算器153を介してフィルタタップ係数演算制御部154に入力される信号 $e(t)$ との間には遅延時間 τ の時間差がある。

【0048】

ここで、例えばCDMA方式による拡散信号 $r(t)$ と当該信号に比べて1チップ時間以上遅延した拡散信号 $r(t-\tau)$ とは無相関の信号となるため、上記した演算アルゴリズムではエラー信号 $e(t)$ を0に収束させようとする場合に、 $u(t)$ の拡散信号成分は $r(t)$ と無相関になっていることから誤差 $e(t)$ となって残る。つまり、上記式4において、入力信号系列 $u(t)$ を加え続けると拡散信号成分の影響は理論的に0となるため、当該拡散信号成分が除去されずに誤差 $e(t)$ となって残ることになる。一方、チップデータに比べて時間的に緩やかに変動する干渉信号成分は例えば数チップ時間程度の遅延があっても相関を有するため、当該干渉信号成分のみを受信信号から除去することができるフィルタタップ係数系列 $h(t)$ が生成される。

【0049】

すなわち、本例に適用した上記の演算アルゴリズムでは、 $u(t)$ と $e(t)$ とで相関のある成分（すなわち、干渉信号成分）を適応フィルタ152からの出力信号中に残す一方、相関のない成分（すなわち、拡散信号成分）については適応フィルタ152からの出力信号中に残さないようなフィルタタップ係数系列 $h(t)$ を生成することができる。

このような演算アルゴリズムにより、本例の適応フィルタ152では受信信号中の干渉信号成分のみを抽出して減算器153へ出力することができ、減算器1

53では受信信号から干渉信号成分のみを除去した信号（すなわち、CDMA方式による拡散信号）を出力することができる。

【0050】

以上のように、上記図20に示した干渉信号除去装置では、拡散信号の特性を利用することで、CDMA方式により拡散変調された広帯域の拡散信号と狭帯域の干渉信号とを含む受信信号から当該干渉信号を適応的に除去することができ、これにより、受信品質の劣化を防ぎ、受信品質を向上させることができる。

【0051】

なお、上記図20では、減算器153から出力される信号を遅延させない構成を示したが、例えば図22に示すように減算器163に入力される受信信号を遅延素子161により遅延させる一方、適応フィルタ162やフィルタタップ係数演算制御部164に入力される受信信号を遅延させないような構成によっても上記と同様な効果を得ることができる。ここで、図22に示した構成は、遅延素子161が減算器163側に備えられているといった点を除いては、上記図20に示した構成とほぼ同様である。

【0052】

また、上記したLMSアルゴリズム以外のアルゴリズムを用いて上記と同様な干渉除去の効果を得ることもでき、一例として、上記図20に示した構成においてRLSアルゴリズムを用いた場合の更新式の具体例を示しておく。なお、以下では、説明の便宜上から、上記した $u(t)$ や $h(t)$ や $e(t)$ や $d(t)$ や $r(t)$ に相当するものについては同じ符号を用いて示す。

【0053】

例えば、上記式1で示した $u(t)$ と同様な成分から成るn行1列のベクトルを入力系列 $u(t)$ とし、上記式2で示した $h(t)$ と同様にn個のフィルタタップ係数から成るn行1列のベクトルをフィルタタップ係数系列 $h(t)$ とする。

また、上記式6に示したエラー信号 $e(t)$ に相当するものとして、RLSにおけるエラー信号 $e(t)$ は式7で示される。なお、 $u^T(t)$ は $u(t)$ を転置したものと示す。

【0054】

【数7】

$$e(t) = d(t) - u^T(t) * h(t) \quad \dots \text{ (式7)}$$

【0055】

ここで、本例では、 $d(t)$ としては例えば減算器153に入力される受信信号 $r(t)$ が用いられ、また、上記式7中の $u^T(t) * h(t)$ が適応フィルタ152から出力される干渉波抽出信号に相当する。すなわち、上記したLMSアルゴリズムを用いた場合と同様に、上記式7に示したエラー信号 $e(t)$ としては減算器153から出力される信号が用いられ、これが本例の特徴点となっている。なお、上記したLMSアルゴリズムを用いた場合と同様に、遅延素子151が備えられていない場合にはエラー信号 $e(t)$ は0に収束する。

【0056】

また、例えば n 行 n 列の行列である係数誤差相関行列 $P(t)$ 及び n 行1列のベクトルであるゲインベクトル $k(t)$ を用いて、RLSの更新式は式8～式10で示される。

【0057】

【数8】

$$h(t) = h(t-1) + k(t) * e(t) \quad \dots \text{ (式8)}$$

【0058】

【数9】

 $k(t)$

$$= \{P(t-1) * u(t)\} / \{1 + u^T(t) * P(t-1) * u(t)\}$$

$$\dots \text{ (式9)}$$

【0059】

【数10】

$$P(t) = P(t-1) - k(t) * u^T(t) * P(t-1) \quad \cdots (\text{式}10)$$

【0060】

また、上記したフィルタタップ係数系列 $h(t)$ の初期値 $h(0)$ としては例えば式11に示すようにゼロベクトルが用いられ、上記した係数誤差相関行列 $P(t)$ の初期値 $P(0)$ としては例えば式12に示すように行数と列数とが一致する対角要素が全て正の実数 c であってそれ以外の要素が0である行列が用いられる。なお、 $h^T(0)$ は $h(0)$ を転置したものを示す。また、式12中の I は行数と列数とが一致する対角要素が全て1であってそれ以外の要素が0である n 行 n 列の行列を示す。

【0061】

【数11】

$$h^T(0) = \{0, 0, 0, \dots, 0\} \quad \cdots (\text{式}11)$$

【0062】

【数12】

$$P(0) = c * I = \begin{pmatrix} c & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & c & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & \cdot & \cdot & 0 & c \end{pmatrix} \quad \cdots (\text{式}12)$$

【0063】

以上に示したRLSの更新式に従ってフィルタタップ係数演算制御部154がフィルタタップ係数系列 $h(t)$ を順次更新することで、例えば上記したLMSアルゴリズムを用いた場合と同様に、適応フィルタ152から出力される信号を次第に実際の干渉信号成分に近づけることができ、これにより、CDMA方式により拡散変調された広帯域の拡散信号と狭帯域の干渉信号とを含む受信信号から

当該干渉信号を除去することができる。

【0064】

次に、図23には、CDMA信号（希望信号）とFM信号（干渉信号）とを含む受信信号のI成分及びQ成分を入力して、当該I成分 $r_I(t)$ 及び当該Q成分 $r_Q(t)$ から当該FM信号を除去する干渉信号除去装置の一例を示してある。この干渉信号除去装置では、CDMA方式により拡散変調された拡散信号と干渉信号とを含む受信信号のI成分及びQ成分から当該干渉信号を除去するに際して、時間差手段171a、171bがI成分を分配して得られる2つの信号間及びQ成分を分配して得られる2つの信号間に拡散符号の1チップ分以上の時間差を与え、抽出手段172a、172b、173a、173bが時間差を与えた一方のI成分及びQ成分から成る受信信号と他方のI成分及びQ成分から成る受信信号との間で相関のある信号成分を干渉信号成分として当該干渉信号成分のI成分及びQ成分を抽出し、除去手段174a、174b、175a、175bが抽出した干渉信号成分のI成分を受信信号のI成分から除去するとともに抽出した干渉信号成分のQ成分を受信信号のQ成分から除去する。

【0065】

具体的には、同図に示した干渉信号除去装置には、受信信号から直交検波されたI相の信号（I成分）を遅延させる遅延素子171aと、受信信号から直交検波されたQ相の信号（Q成分）を遅延させる遅延素子171bと、後述するフィルタタップ係数演算制御部176からのタップ係数制御信号に従って遅延したI成分やQ成分から干渉信号成分を抽出する4つの適応フィルタ172a、172b、173a、173bと、干渉信号成分のI成分を加算する加算器174aと、干渉信号成分のQ成分を加算する加算器174bと、受信信号のI成分から干渉信号成分のI成分を除去する減算器175aと、受信信号のQ成分から干渉信号成分のQ成分を除去する減算器175bと、減算器175a、175bからの出力信号と遅延した受信信号のI成分及びQ成分に基づくタップ係数制御信号を適応フィルタ172a、172b、173a、173bへ出力するフィルタタップ係数演算制御部176とが備えられている。

【0066】

同図に示した回路の構成例及び動作例を説明する。

この回路には受信機により受信信号から直交検波されたI成分 $r_I(t)$ 及びQ成分 $r_Q(t)$ が入力され、この入力信号 $r_I(t)$ 、 $r_Q(t)$ には、例えばCDMA方式により拡散変調された広帯域の拡散信号と狭帯域を用いた通信方式による干渉信号（例えばFM変調信号）が含まれている。ここで、上記図20を用いて説明した場合と同様に、 t は時刻を示しており、本例では1サンプル時間を最小単位とする整数の離散値であるとする。

【0067】

上記したI成分 $r_I(t)$ は、まず2つの信号に分配されて、一方の信号が遅延素子171aに入力される一方、他方の信号が減算器175aに入力される。同様に、上記したQ成分 $r_Q(t)$ は、まず2つの信号に分配されて、一方の信号が遅延素子171bに入力される一方、他方の信号が減算器175bに入力される。

【0068】

各遅延素子171a、171bは、例えば上記図20に示した遅延素子151と同様に、入力した信号を拡散符号の1チップ分の時間幅以上遅延させて出力する機能を有している。なお、2つの遅延素子171a、171bでは同じ遅延時間を与えている。また、上記図20を用いて説明した場合と同様に、具体的には、遅延素子171aから出力されるI成分の信号は $r_I(t-\tau)$ と表され、遅延素子171bから出力されるQ成分の信号は $r_Q(t-\tau)$ と表される。ここで、 τ は遅延素子171a、171bにより与えられる遅延時間である。

【0069】

遅延素子171aから出力される信号 $r_I(t-\tau)$ は2つの適応フィルタ172a、173a及びフィルタタップ係数演算制御部176に入力され、遅延素子171bから出力される信号 $r_Q(t-\tau)$ は2つの適応フィルタ172b、173b及びフィルタタップ係数演算制御部176に入力される。

【0070】

各適応フィルタ172a、172b、173a、173bの構成は、例えば上記図21に示したものと同様である。ここで、本例で4つの適応フィルタ172

a、172b、173a、173bを備えているのはI相及びQ相の複素演算を行うためであり、具体的には、受信信号のI成分及びQ成分のそれぞれの中に干渉信号成分のI成分とQ成分との両方が含まれるためである。また、本例では、I相とQ相との2種類のフィルタタップ係数系列 $h_I(t)$ 、 $h_Q(t)$ が用いられる。なお、 $h_I(t)$ 及び $h_Q(t)$ はベクトルである。

【0071】

具体的に、本例では、適応フィルタ172aが入力した受信信号のI成分 $r_I(t - \tau)$ から干渉信号成分のI成分を抽出し、適応フィルタ173aが入力した受信信号のI成分 $r_I(t - \tau)$ から干渉信号成分のQ成分を抽出し、適応フィルタ172bが入力した受信信号のQ成分 $r_Q(t - \tau)$ から干渉信号成分のQ成分を抽出し、適応フィルタ173bが入力した受信信号のQ成分 $r_Q(t - \tau)$ から干渉信号成分のI成分を抽出することができるようなフィルタタップ係数系列 $h_I(t)$ 、 $h_Q(t)$ が後述するフィルタタップ係数演算制御部176により生成される。

【0072】

加算器174aは2つの適応フィルタ172a、173bから出力される信号を加算して減算器175aへ出力する機能を有しており、減算器175aへ出力される当該加算結果は受信信号のI成分中の干渉信号成分（すなわち、干渉信号成分のI成分） $FMI(t)$ となる。なお、本例では、加算器174aが一方の適応フィルタ173bから出力される信号の正負を反転させて上記した加算を行うこととしたが、このような正負の反転が例えば上記した適応フィルタ173bや後述するフィルタタップ係数演算制御部176により行われる場合には、加算器172aでは上記のような正負の反転は行われなくてよい。

【0073】

加算器174bは2つの適応フィルタ172b、172aから出力される信号を加算して減算器175bへ出力する機能を有しており、減算器175bへ出力される当該加算結果は受信信号のQ成分中の干渉信号成分（すなわち、干渉信号成分のQ成分） $FMQ(t)$ となる。

【0074】

ここで、上記した加算器174aから出力される干渉信号成分のI成分FMI(t)は式13で示され、上記した加算器174bから出力される干渉信号成分のQ成分FMQ(t)は式14で示される。なお、式13及び式14中のI(t)及びQ(t)はベクトルであり、これらI(t)及びQ(t)は例えば上記図20を用いた説明中において式1で示した(t)のI成分及びQ成分に相当している。

【0075】

【数13】

$$FMI(t) = \{h_I(t) * u_I(t)\} + \{-h_Q(t) * u_Q(t)\} \quad \cdots (式13)$$

【0076】

【数14】

$$FMQ(t) = \{h_I(t) * u_Q(t)\} + \{h_Q(t) * u_I(t)\} \quad \cdots (式14)$$

【0077】

減算器175aは遅延していないI成分の入力信号r_I(t)と加算器175aからの出力信号FMI(t)とを入力し、当該入力信号r_I(t)から当該出力信号FMI(t)を減算して当該減算結果e_I(t)を出力する機能を有している。

同様に、減算器175bは遅延していないQ成分の入力信号r_Q(t)と加算器174bからの出力信号FMQ(t)とを入力し、当該入力信号r_Q(t)から当該出力信号FMQ(t)を減算して当該減算結果e_Q(t)を出力する機能を有している。

ここで、上記した減算結果e_I(t)、e_Q(t)は本例の干渉信号除去装置から出力される信号である。

【0078】

本例では、後述するフィルタタップ係数演算制御部176からのタップ係数制

御信号が逐次更新されることで、上記した I 成分及び Q 成分の干渉波抽出信号 $FMI(t)$ 、 $FMQ(t)$ がそれぞれ受信信号の I 成分及び Q 成分中の干渉信号と同じ信号となるため、上記した減算結果 $e_I(t)$ 、 $e_Q(t)$ はそれぞれ受信信号の I 成分及び Q 成分から当該干渉信号を除去した信号、すなわち CDMA 方式による拡散信号（理想的には、当該拡散信号のみ）となる。

【0079】

フィルタタップ係数演算制御部 176 には 2 つの遅延素子 171a、171b から出力される信号 $r_I(t - \tau)$ 、 $r_Q(t - \tau)$ と 2 つの減算器 175a、175b から出力される信号 $e_I(t)$ 、 $e_Q(t)$ とが入力され、フィルタタップ係数演算制御部 176 はこれらの信号を用いて、各適応フィルタ 172a、172b、173a、173b から出力される信号が上記したような干渉信号成分となるようなタップ係数制御信号を演算してそれぞれの適応フィルタ 172a、172b、173a、173b へ出力する機能を有している。なお、本例では、例えば 2 つの適応フィルタ 172a、172b へ同じタップ係数制御信号が出力される一方、残りの 2 つの適応フィルタ 173a、173b へ同じタップ係数制御信号が出力されることで、上記式 13 や上記式 14 で示した干渉信号成分 $FMI(t)$ 、 $FMQ(t)$ が生成されるように設定してある。

【0080】

本例のフィルタタップ係数演算制御部 176 では、例えば上記図 20 を用いた説明において示した LMS の複素演算用のアルゴリズムを用いてタップ係数制御信号を演算している。なお、このアルゴリズムにおける LMS の更新式は式 15 及び式 16 で示される。

【0081】

【数 15】

$$\begin{aligned} h_I(t+1) = & h_I(t) \\ & + \mu * (e_I(t) * u_I(t) + e_Q(t) * u_Q(t)) \end{aligned} \quad \cdots (\text{式 } 15)$$

【0082】

【数16】

$$\begin{aligned}
 hQ(t+1) = & hQ(t) \\
 & + \mu * (eQ(t) * uI(t) - eI(t) * uQ(t))
 \end{aligned}
 \quad \cdots \text{(式16)}$$

【0083】

ここで、 $hI(t)$ や $hQ(t)$ は時刻 t におけるフィルタタップ係数系列であり、 μ は収束の時間や精度に関係する係数であるステップサイズパラメータであり、 $uI(t)$ や $uQ(t)$ は上記のようにそれぞれ適応フィルタ 172a、173a のシフトレジスタ内や適応フィルタ 172b、173b のシフトレジスタ内における入力信号系列である。また、上記図20を用いて説明した場合と同様に、 $eI(t)$ や $eQ(t)$ としては、それぞれ減算器 175a や減算器 175b から出力される信号を用いている。なお、 $uI(t)$ 及び $uQ(t)$ は上記したようにベクトルである。

【0084】

本例では、上記図20を用いて説明した場合と同様に、上記のような演算アルゴリズムによりフィルタタップ係数系列 $hI(t)$ 、 $hQ(t)$ を順次更新していくことで、拡散信号成分についてはその無相関性により除去されず、且つ、比較的相関性のある干渉信号成分を除去することができるフィルタタップ係数系列 $hI(t)$ 、 $hQ(t)$ を生成することができる。

また、本例では、フィルタタップ係数系列 $hI(t)$ 、 $hQ(t)$ を演算するに際して I 成分及び Q 成分の両方を考慮しているため、干渉除去の精度を更に向上させることができる。

【0085】

以上のように、上記図23に示した干渉信号除去装置では、拡散信号の特性を利用することで、CDMA方式により拡散変調された拡散信号と干渉信号とを含む受信信号の I 成分及び Q 成分から当該干渉信号を除去することができ、これにより、受信品質の劣化を防ぎ、受信品質を向上させることができる。

【0086】

なお、上記図23では、上記図20を用いて説明した場合と同様に、減算器175a、175bから出力される信号を遅延させない構成を示したが、例えば図24に示すように減算器185a、185bに入力される受信信号を遅延素子181a、181bにより遅延させる一方、適応フィルタ182a、182b、183a、183bやフィルタタップ係数演算制御部186に入力される受信信号を遅延させないような構成によっても上記と同様な効果を得ることができる。ここで、図24に示した構成は、遅延素子181a、181bが減算器185a、185b側に備えられているといった点を除いては、上記図23に示した構成とほぼ同様であり、以上に示した構成部分と共に加算器184a、184bも備えられている。

【0087】

また、例えば上記図20を用いて説明した場合と同様に、上記した複素演算用のLMSアルゴリズム以外のアルゴリズムを用いて上記と同様な干渉除去の効果を得ることもでき、一例として、上記図23に示した構成において複素演算用のRLSアルゴリズムを用いた場合について示しておく。なお、以下では、説明の便宜上から、上記した $u_I(t)$ 及び $u_Q(t)$ や $h_I(t)$ 及び $h_Q(t)$ や $e_I(t)$ 及び $e_Q(t)$ や $r_I(t)$ 及び $r_Q(t)$ に相当するものについては同じ符号を用いて示す。

【0088】

複素演算用のRLSアルゴリズムでは、例えば上記式7～上記式10で示した $u(t)$ や $h(t)$ や $e(t)$ や $k(t)$ や $P(t)$ 等の全てのパラメータが複素数の要素から構成される。ここで、 γ 及び ω を実数として、虚数部を表す記号として j を用いると、任意の複素数要素は $(\gamma + j \omega)$ と表される。

そして、複素演算用のRLSアルゴリズムでは、例えば上記した各パラメータの実数部と虚数部とを分離してそれぞれI成分のパラメータ及びQ成分のパラメータとして用いることで、上記図20を用いた説明において示したような逐次更新処理を複素演算において実現する。

【0089】

なお、具体的に本例の場合には、例えば $u(t)$ の実数部を $u_I(t)$ とする

とともに虚数部をQ(t)とし、h(t)の実数部をhI(t)とするとともに虚数部をhQ(t)とし、e(t)の実数部をeI(t)とするとともに虚数部をeQ(t)とする等して、受信信号のI成分rI(t)及びQ成分rQ(t)から干渉信号成分を除去する処理が行われる。

【0090】

以上に示したように、例えば複素演算用のRLSアルゴリズムを用いた場合においても、上記した複素演算用のLMSアルゴリズムを用いた場合と同様に、CDMA方式により拡散変調された拡散信号と干渉信号とを含む受信信号のI成分及びQ成分から当該干渉信号を除去することができる。

【0091】

また、移動体通信で用いられる受信装置では、一般に、ダイバーシチ受信機が用いられており、このようなダイバーシチ受信機を干渉信号の存在が想定される環境下で利用する場合には、例えば図25に示されるように、ダイバーシチ受信機193の各ブランチに干渉信号除去装置191、192を挿入して使用することが行われる。

【0092】

具体的には、同図に示したダイバーシチ受信装置は、2つのブランチを有したダイバーシチ受信機193と、これら2つのブランチの信号のそれぞれに対して干渉信号の除去を行う2つの干渉信号除去装置191、192とから構成されている。なお、各ブランチの信号としては、例えば各ブランチ毎に対応して備えられた異なるアンテナにより受信された信号が入力される。

【0093】

第1の干渉信号除去装置191は、ダイバーシチ受信機193が有する第1のブランチの入力端に備えられており、第1のブランチに入力される受信信号1に含まれる干渉信号を除去して、当該干渉除去後の受信信号1を当該入力端へ出力する。

同様に、第2の干渉信号除去装置192は、ダイバーシチ受信機193が有する第2のブランチの入力端に備えられており、第2のブランチに入力される受信信号2に含まれる干渉信号を除去して、当該干渉除去後の受信信号2を当該入力

端へ出力する。

【0094】

ダイバーシチ受信機193は、第1のブランチの入力端から入力される受信信号1と第2のブランチの入力端から入力される受信信号2とで信号レベルの大きさ等を比較した結果に基づいて、例えば2つの受信信号（受信信号1及び受信信号2）の内でいずれか一方の受信信号を選択して受信処理することや、或いは、2つの受信信号を適当な比率で合成して当該合成結果を採用して受信処理することを行う。このようなダイバーシチ受信を行うと、2つの受信信号の内のいずれかにフェージング等の干渉が生じてしまう場合においても、高い受信品質を保証することができる。

【0095】

【発明が解決しようとする課題】

ここで、上記従来例で示したような干渉信号除去装置により干渉除去を行った場合の様子を具体的に示す。

図26には、干渉信号が除去される前における受信信号のスペクトルの一例を示しており、この受信信号としてはCDMA信号に2波のFM信号が干渉したものをしてある。なお、同図中や後述する図27中や後述する図28中のグラフの横軸は周波数(MHz)を示しており、縦軸は信号のスペクトル強度を示している。

【0096】

また、図27には、上記図26に示した受信信号を例えば上記図20に示したような干渉信号除去装置に入力して、当該干渉信号除去装置により当該受信信号に含まれる干渉信号（ここでは、2波のFM信号）を除去した直後（干渉信号除去処理の操作の開始直後）における（当該干渉信号除去装置からの）出力信号のスペクトルの一例を示してある。図27に示されるように、干渉信号除去処理の開始直後において干渉信号除去装置から出力される信号では、干渉信号の周波数の近傍に位置するCDMA信号の周波数成分も同時に除去されていることがわかる。ここで、このような不具合が生じる理由としては、受信信号から適応フィルタが干渉信号を抽出する際に同時にCDMA信号も抽出し、干渉信号の除去と同

時にCDMA信号成分も除去することによる。これは、受信信号から干渉信号成分を抽出し除去を行う適応フィルタ方式においては干渉信号電力の大小に関わらず必ず起こる現象であり、この結果として干渉除去後の受信信号のビット誤り率が劣化してしまうという問題が起こっていた。

【0097】

さらに、上記従来例で示したような干渉信号除去装置では、干渉信号除去処理を開始した後にそのまま当該処理を続けていくと、次第に受信信号中のCDMA信号成分までも減衰させてしまい、このような減衰が時間の経過と共に進行していってしまうといった不具合があった。

【0098】

具体的に、図28には、上記図27に示した状態から干渉信号除去処理をしばらくの時間継続した場合における（干渉信号除去装置からの）出力信号のスペクトルの一例を示してある。図28に示されるように、干渉信号除去処理を開始してからしばらくの時間が経過すると、前記出力信号中に残されるべきCDMA信号成分が大きく減衰させられ、スペクトルが乱れ帯域が広がっている。

このように、従来の干渉信号除去装置では、狭帯域干渉信号を適応的に除去する能力を有してはいるものの、希望波であるCDMA信号も時間の経過と共に徐々に除去していってしまうといった不具合があった。

【0099】

ここで、このような不具合が生じる理由としては、干渉信号を推定する際に同時にCDMA信号も抽出されていることが考えられる。つまり、1チップ分以上の時間差を与えることにより本来無相関になり推定されるはずのないCDMA信号成分が、帯域制限フィルタの影響による符号間干渉などの要因により一部で相関を持ち、干渉信号として推定されてしまうためである。このためスペクトルが乱れ、帯域が広がることで、結果として干渉除去後の受信信号のビット誤り率が劣化してしまうという問題が起こっていた。この現象は、干渉信号の有無に関わらず干渉信号除去装置を長時間稼動させると必ず発生し、またCDMA信号成分の電力が強いほど発生しやすい特徴を持つことから、干渉信号が存在しない環境下でAGC(Automatic Gain Control)制御によりCDMA電力が相対的に増す

ことで顕著に発生する。

【0100】

また、図29には、上記従来例で示したような干渉信号除去装置を用いて干渉除去を行った場合における干渉信号除去の特性の一例を示してある。なお、同図では、干渉信号除去特性として受信信号のビット誤り率（BER：Bit Error Ratio）が変化する様子を示しており、干渉信号除去装置により干渉除去を行わない場合（キャンセルなしの場合）における特性例を（a）で示す一方、干渉信号除去装置により干渉除去を行った場合（キャンセル有りの場合）における特性例を（b）で示してある。

【0101】

また、同図では、広帯域の希望信号としてCDMA信号を用いる一方、狭帯域の干渉信号としてFSK（Frequency Shift Keying）信号を用いた場合を示しており、干渉信号が1波である場合の例を示してある。また、同図中のグラフの横軸は干渉信号当たりのD/U（（希望の入力信号の電力）／（狭帯域干渉信号の電力））[dB]を示しており、縦軸は受信機におけるビット誤り率を示している。

【0102】

同図に示されるように、D/Uが比較的小さい場合（つまり、狭帯域干渉信号の電力が広帯域希望信号の電力と比べて十分に大きい場合）には、干渉信号除去装置により干渉除去を行うことで、ビット誤り率の特性を向上させることができる。一方、D/Uが比較的大きい場合（つまり、狭帯域干渉信号の電力が広帯域希望信号の電力と比べて同程度である場合、或いは、広帯域希望信号の電力と比べて小さい場合）には、干渉信号除去装置により干渉除去を行うことによって、却ってビット誤り率の特性を劣化させてしまうことが生じる。

【0103】

ここで、このような劣化が生じる理由としては、上記と同様な理由が考えられ、すなわち、受信信号から狭帯域干渉信号の周波数成分を抽出して、当該抽出結果を受信信号から除去する処理において、干渉信号除去装置が干渉信号と同時に広帯域希望信号の周波数成分までも抽出して除去してしまうためであると考えら

れる。そして、狭帯域干渉信号の除去を行わない場合には、CDMA信号の特質でもある干渉信号抑圧効果により、狭帯域干渉信号の除去を行った場合と比べて、特性がよくなるためであると考えられる。

【0104】

また、図30(a)及び同図(b)には、上記従来例で示したような干渉信号除去装置を用いて、広帯域信号と狭帯域干渉信号とを含む受信信号から当該干渉信号を除去する場合の一例を示してある。

具体的に、同図(a)には、広帯域信号の電力と比べて或る狭帯域干渉信号の電力が十分に大きい場合(例えば図中の①や③の干渉信号)の例を示してあり、この場合には、上述のように、干渉除去を行うことで受信品質を改善することができる。

【0105】

なお、同図(a)には、広帯域信号に干渉する3つの信号①、②、③を示しており、また、干渉除去前の受信信号の様子を左側のグラフに示す一方、干渉除去後の受信信号の様子を右側のグラフに示してある。また、これらのグラフの横軸は周波数を示しており、縦軸はスペクトル強度を示している。

【0106】

一方、同図(b)には、広帯域信号の電力と比べて各狭帯域干渉信号の電力が(ほぼ)等しい場合(或いは、小さい場合についても同様)の例を示してあり、この場合には、上述のように、狭帯域干渉信号と共に広帯域信号の周波数成分までもが抽出されて除去されてしまうことから、干渉信号除去装置から出力される信号が(当該干渉信号除去装置の)後段の回路で復調処理される際ににおいて、受信品質の劣化が無視できなくなりに大きくなってしまう。

【0107】

このため、同図(b)に示したような場合には、例えば干渉信号除去装置により干渉除去を行わない方が、CDMA信号の特質でもある干渉信号の抑圧効果によって、受信品質がよくなるとも言える。

なお、同図(b)には、広帯域信号に干渉する3つの信号④、⑤、⑥を示しており、また、干渉除去前の受信信号の様子を左側のグラフに示す一方、干渉除去

後の受信信号の様子を右側のグラフに示してある。また、これらのグラフの横軸は周波数を示しており、縦軸はスペクトル強度を示している。

【0108】

また、例えば上記図17や上記図20などに示したような干渉信号除去装置では、上記式5に示したような適応アルゴリズムを用いてフィルタタップ係数系列 $h(t)$ を更新することから、上記式5に示した次回のフィルタタップ係数系列 $h(t+1)$ の演算の度毎に常に前回までの演算結果 ($h(t)$) が蓄積される。このため、このような干渉信号除去装置では、例えば帯域制限フィルタによる符号間干渉の影響等により、広帯域信号の信号成分までも抽出されて当該広帯域信号の一部も除去されてしまう可能性があり、このような場合においても、上述したのと同様に、受信機での復調処理において受信品質の劣化が無視できなくなりに大きくなってしまうことが生じ得る。

【0109】

以上のように、上記従来例で示したような例えば一般的な適応アルゴリズムを用いた干渉信号除去装置では、例えば上記図29に示されるような干渉信号除去特性を示し、つまり、広帯域信号の電力と比べて狭帯域信号の電力が小さくなる場合には干渉除去を行わない場合より受信品質の特性が劣化してしまうことがあるといった不具合があった。

【0110】

具体的に、現状考えられている通信方式では、例えばCDMA方式とTDMA方式とを共用するような状況やCDMA方式とFDMA方式とを共用するような状況などにおいて、上記従来例で示したような干渉信号除去装置を組み込んだ受信機を用いた場合に、受信信号に干渉信号が存在しないようなときには、却って受信品質が低下してしまうことが生じ、また、例えば干渉信号の除去を行わない場合と比べて、基地局装置により収容可能な移動局装置の数（ユーザ数）が減少してしまうことや通話エリアが小さくなってしまうことが生じるといった問題が予想される。

【0111】

また、受信機として上記従来例で示したような干渉信号除去装置を組み込んだ

ダイバーシチ受信機が用いられる場合においても、同様な問題が生じてしまうことが予想される。

【0112】

本発明は、このような従来の課題を解決するために為されたもので、広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ入力信号から当該干渉信号を除去するに際して、比較的大きいレベルを有する干渉信号のみを入力信号から除去することにより、例えば希望信号までも除去してしまうことを抑制して、干渉除去後の入力信号の品質を向上させることができる干渉信号除去装置などを提供することを目的とする。

【0113】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明に係る干渉信号除去装置では、広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ入力信号から当該干渉信号を除去するに際して、所定の閾値を超えるレベルを有する干渉信号のみを入力信号から除去する。

【0114】

従って、所定の閾値を超えるレベルを有する干渉信号のみが入力信号から除去され、当該閾値以下のレベルを有する干渉信号に対しては干渉除去処理が行われないため、比較的大きいレベルを有する干渉信号のみを入力信号から除去することにより、例えば希望信号までも除去してしまうことを抑制して、干渉除去後の入力信号の品質を向上させることができる。

【0115】

一例として、広帯域の希望信号としてCDMA信号が用いられた場合には、受信機により受信した信号（CDMA信号と狭帯域干渉信号とを含んだ信号）から干渉信号を除去するに際して、所定の閾値を超えるレベルを有する干渉信号のみを当該受信信号から除去することにより、CDMA信号成分までも除去してしまうことを抑制することができ、これにより、例えば従来と比べて、干渉除去後ににおける受信信号のピット誤り率の特性を向上させることができる。

【0116】

つまり、本来、CDMA方式のようなスペクトル拡散方式による（拡散された

) 信号は拡散利得による耐干渉能力が高いため、狭帯域干渉信号を必要以上に除去しなくとも、拡散された希望波（CDMA信号等）の信号電力と同程度のレベルまで狭帯域干渉信号の電力を減衰させることができればよい。このため、CDMA信号等の成分が除去されない程度に高いレベルを有する干渉信号のみを除去することにより、例えば干渉信号成分が受信信号中に多少残留しても、CDMA信号等の成分の除去が抑制されることから、総じて、干渉除去後のビット誤り率を改善することができる。

【0117】

ここで、広帯域の希望信号としては、種々な信号が用いられてもよく、例えばCDMA方式により拡散された信号等を用いることができる。

また、狭帯域の干渉信号としては、種々な信号が用いられてもよく、例えばFM信号やFSK信号等を用いることができる。

また、入力信号としては、種々な信号が用いられてもよく、例えば受信信号を用いることができる。

【0118】

また、所定の閾値としては、種々な値が用いられてもよく、例えば当該閾値を越えるレベルを有する干渉信号を入力信号から除去する場合には希望信号を除去してしまうことを実用上で有効な程度で抑制することができるような値が用いられるのがよい。

また、レベルとしては、種々なレベルが用いられてもよく、例えば電力や振幅などのレベルを用いることができる。

【0119】

また、本発明に係る干渉信号除去装置では、次のようにして、広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ入力信号から当該干渉信号を除去する。

すなわち、入力信号制御手段が入力信号のデジタル値の有効語長を制限し、干渉信号推定手段が有効語長が制限された入力信号に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を推定し、干渉信号抽出手段が干渉信号推定手段の推定結果に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を抽出し、干渉信号除去手段が抽出される干渉信号を入力信号から除去する。

【0120】

従って、入力信号に含まれる干渉信号を推定するのに用いられる入力信号の有効語長を制限することにより、比較的大きいレベルを有する干渉信号のみを推定して入力信号から除去することができ、これにより、例えば希望信号までも除去してしまうことを抑制して、干渉除去後の入力信号の品質を向上させることができる。

【0121】

ここで、入力信号のデジタル値の有効語長を制限することは、当該制限の程度に応じて当該デジタル値を小さくすることに相当し、つまり、当該入力信号のレベルを小さくすることに相当する。

また、有効語長を制限する程度としては、種々な程度が用いられてもよく、例えば希望信号を除去してしまうことを実用上で有効な程度で抑制することができるような程度が用いられるのがよい。

【0122】

また、干渉信号抽出手段では、例えば入力信号そのままから干渉信号を抽出してもよく、例えば有効語長が制限された入力信号から干渉信号を抽出してもよい。

一例として、本発明に係る干渉信号除去装置では、干渉信号抽出手段は有効語長が制限された入力信号から干渉信号を抽出する。

【0123】

また、本発明に係る干渉信号除去装置では、次のようにして、広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ入力信号から当該干渉信号を除去する。

すなわち、入力信号制御手段が入力信号に雑音を加え、干渉信号推定手段が雑音が加えられた入力信号に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を推定し、干渉信号抽出手段が干渉信号推定手段の推定結果に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を抽出し、干渉信号除去手段が抽出される干渉信号を入力信号から除去する。

【0124】

従って、入力信号に含まれる干渉信号を推定するのに用いられる入力信号に雑

音を加えることにより、比較的大きいレベルを有する干渉信号のみを推定して入力信号から除去することができ、これにより、例えば希望信号までも除去してしまうことを抑制して、干渉除去後の入力信号の品質を向上させることができる。

【0125】

ここで、入力信号に雑音を加えると、当該雑音の程度に応じて当該入力信号に含まれる比較的レベルの低い干渉信号を雑音に埋もれさせて推定されないようにすることができる。

また、入力信号に加える雑音のレベルとしては、種々なレベルが用いられてもよく、例えば希望信号を除去してしまうことを実用上で有効な程度で抑制することができるようなレベルが用いられるのがよい。

【0126】

また、干渉信号抽出手段では、例えば入力信号そのままから干渉信号を抽出してもよく、例えば雑音が加えられた入力信号から干渉信号を抽出してもよい。

一例として、本発明に係る干渉信号除去装置では、干渉信号抽出手段は雑音が加えられた入力信号から干渉信号を抽出する。

【0127】

また、本発明に係る干渉信号除去装置では、次のようにして、広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ入力信号から当該干渉信号を除去する。

すなわち、入力信号制御手段が入力信号に1未満の制御係数を乗算し、干渉信号推定手段が制御係数が乗算された入力信号に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を推定し、干渉信号抽出手段が干渉信号推定手段の推定結果に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を抽出し、干渉信号除去手段が抽出される干渉信号を入力信号から除去する。

【0128】

従って、入力信号に含まれる干渉信号を推定するのに用いられる入力信号に1未満の制御係数を乗算することにより、比較的大きいレベルを有する干渉信号のみを推定して入力信号から除去することができ、これにより、例えば希望信号までも除去してしまうことを抑制して、干渉除去後の入力信号の品質を向上させることができる。

【0129】

ここで、入力信号に1未満の制御係数を乗算すると、当該制御係数の値に応じて当該入力信号のレベルを小さくすることができる。

また、制御係数の値としては、種々な値が用いられてもよく、例えば希望信号を除去してしまうことを実用上で有効な程度で抑制することができるような値が用いられるのがよい。

【0130】

また、干渉信号抽出手段では、例えば入力信号そのままから干渉信号を抽出してもよく、例えば制御係数が乗算された入力信号から干渉信号を抽出してもよい。

一例として、本発明に係る干渉信号除去装置では、干渉信号抽出手段は制御係数が乗算された入力信号から干渉信号を抽出する。

【0131】

また、本発明に係る干渉信号除去装置では、以上に示したような種々な構成において、入力信号制御手段は、入力信号に含まれる干渉信号のレベルを推定する干渉信号レベル推定手段を有し、推定した干渉信号のレベルに基づいて入力信号を制御する。

【0132】

ここで、入力信号を制御する仕方としては、上述のように、例えば入力信号のデジタル値の有効語長を制限する仕方や、入力信号に雑音を加える仕方や、入力信号に1未満の制御係数を乗算する仕方がある。

また、干渉信号のレベルとしては、種々なレベルが用いられてもよく、例えば電力や振幅などのレベルを用いることができる。

【0133】

また、以上に示したような種々な構成を有する本発明に係る干渉信号除去装置は、例えば移動通信システムに設けられる基地局装置や移動局装置などに適用するのに好適なものであり、また、例えばダイバーシチ受信を行うダイバーシチ受信装置に適用することができる。

【0134】

一例として、本発明に係る移動通信システムの基地局装置では、以上に示したような干渉信号除去装置を備え、移動局装置から無線受信した信号を当該干渉信号除去装置に入力して当該信号に含まれる干渉信号を当該干渉信号除去装置により除去する。なお、同様に、本発明に係る干渉信号除去装置を移動局装置や中継（増幅）局装置などに適用することもできる。

ここで、移動通信システムとしては、例えば携帯電話システムや簡易型携帯電話システム（P H S）等の種々なシステムが用いられてもよい。

【0135】

また、本発明に係るダイバーシチ受信装置では、以上に示したような干渉信号除去装置を1以上のブランチに備え、当該ブランチの信号を当該干渉信号除去装置に入力して当該信号に含まれる干渉信号を当該干渉信号除去装置により除去することを可能とした。

【0136】

なお、このようなダイバーシチ受信装置では、一例として、ブランチの数と同数のアンテナを備えており、各アンテナにより受信した信号が各ブランチの信号として用いられる。

ここで、ダイバーシチ受信装置に備えられる複数のブランチの数としては、種々な数が用いられてもよい。

【0137】

また、干渉信号除去装置が備えられるブランチの数としては種々な数が用いられてもよく、例えば各ブランチ毎に1つの干渉信号除去装置が備えられる。具体例として、ダイバーシチ受信装置に備えられる全てのブランチのそれぞれに対して1つずつの干渉信号除去装置が備えられてもよく、或いは、ダイバーシチ受信装置に備えられる一部のブランチのそれぞれに対して1つずつの干渉信号除去装置が備えられてもよい。

また、各ブランチに備えられる干渉信号除去装置はそれぞれ、例えば常に干渉信号除去の動作がさせられてもよく、或いは、例えば干渉信号除去の動作がオン／オフ制御されてオンとオフとが切り替えられてもよい。

【0138】

ここで、図15(a)～同図(d)には、上記のような本発明に係る干渉信号除去装置を用いて、広帯域信号と狭帯域干渉信号とを含む受信信号から当該干渉信号を除去する場合の様子の一例として、干渉信号抽出手段が有効語長が制限された入力信号から干渉信号を抽出する場合の一例を示してある。

なお、同図(a)～同図(d)中のグラフの横軸は周波数を示しており、縦軸はスペクトル強度を示している。

【0139】

具体的に、同図(a)には、広帯域信号と狭帯域干渉信号とが混在する受信信号のスペクトルの一例を示してあり、狭帯域干渉信号として、広帯域信号の電力と比べて電力が十分に大きい2つの狭帯域干渉信号①、③と、広帯域信号の電力と同程度の電力を有する1つの狭帯域干渉信号②とを示してある。

【0140】

同図(b)には、受信信号に有効語長制限をかけた場合におけるスペクトルのイメージの一例を示してあり、語長制限による量子化雑音成分を斜線で示してある。同図(b)に示されるように、比較的低いレベルの干渉信号②は語長制限により雑音に埋もれることから干渉信号推定手段により干渉信号として推定されず、比較的高いレベルの干渉信号①、③のみが干渉信号推定手段により干渉信号として推定される。

【0141】

同図(c)には、干渉信号推定手段の推定結果に基づいて有効語長が制限された入力信号から干渉信号抽出手段により抽出される干渉信号のスペクトルの一例を示してある。同図(c)に示されるように、比較的高いレベルの干渉信号①、③のみが抽出される。なお、同図(c)に示されるように、有効語長制限により干渉信号のスペクトルが広がり、例えば狭帯域干渉信号と比べて鋭くないフィルタ特性によって斜線で示した雑音成分も抽出される。

【0142】

同図(d)には、抽出された干渉信号を除去した後における受信信号のスペクトルの一例を示してある。同図(d)に示されるように、比較的低いレベルの干渉信号②については干渉除去処理が行われずに、比較的高いレベルの干渉信号①

、③のみについて干渉除去処理が行われて干渉信号が除去される。なお、同図(d)に示されるように、広がったスペクトル分がフィルタで除去されない部分として干渉信号抽出時に一方向に残り、斜線で示す量子化雑音成分となる。

【0143】

このように、同図(a)に示されるような受信信号をそのまま利用するのではなく、有効語長制限の制御を行った受信信号を用いることで、同図(b)に示されるように本来必要な広帯域信号や干渉信号として除去する必要のないレベルの低い干渉信号②については雑音レベル以下に埋もれさせることにより干渉信号成分の推定が行われないようにすることができ、これにより、同図(c)に示されるように干渉信号抽出時にも広帯域信号成分が抽出されないため、同図(d)に示されるように干渉信号除去時に広帯域信号が共に除去されてしまうことはなく、残るのは雑音成分として干渉信号と共に抽出された成分だけとなる。

【0144】

なお、このような雑音成分は、例えばCDMAの干渉信号抑圧効果により十分に除去することが可能である。また、例えば干渉信号抽出の際に干渉信号の帯域以外にも雑音成分が残ることも懸念されるが、干渉信号を抽出する手段として通常用いられる有限長インパルスレスポンス(FIR:Finite Impulse Response)フィルタが十分な段数を有する場合には十分に雑音成分を抑圧することができるため問題はない。

【0145】

なお、ここでは、受信信号の有効語長を制限した場合を例として説明したが、受信信号に雑音を加える場合や、受信信号に1未満の制御係数を乗算する場合についても、同様な効果を得ることができる。

以上のように、干渉信号の電力等のレベルに応じた干渉除去を行う本例のような干渉除去方法を用いることにより、選択的に電力の大きい干渉信号のみを抽出して抑圧することが可能であり、また、狭帯域干渉信号の抽出時に広帯域信号成分を同時に抽出してしまうことを防止することができる。そして、こうしたことや、例えばCDMAの干渉信号抑圧効果により電力の低い干渉信号を抑圧することが可能であることから、総じて、干渉信号除去装置による特性劣化を最小限に

抑えることができる。

【0146】

次に、図16（a）～同図（d）には、上記したような本発明に係る干渉信号除去装置を用いて、広帯域信号と狭帯域干渉信号とを含む受信信号から当該干渉信号を除去する場合の様子の一例として、干渉信号抽出手段が入力信号そのままから干渉信号を抽出する場合の一例を示してある。

なお、同図（a）～同図（d）中のグラフの横軸は周波数を示しており、縦軸はスペクトル強度を示している。

【0147】

具体的に、同図（a）には、広帯域信号と狭帯域干渉信号とが混在する受信信号のスペクトルの一例を示してあり、狭帯域干渉信号として、広帯域信号の電力と比べて電力が十分に大きい2つの狭帯域干渉信号①、③と、広帯域信号の電力と同程度の電力を有する1つの狭帯域干渉信号②とを示してある。

【0148】

同図（b）には、受信信号に有効語長制限をかけた場合におけるスペクトルのイメージの一例を示してあり、語長制限による量子化雑音成分を斜線で示してある。ここで、同図（b）では、上記図15（b）で示した場合と比べて量子化雑音レベルを高く設定した場合の一例を示してある。図16（b）に示されるように、比較的低いレベルの干渉信号②は語長制限により雑音に埋もれることから干渉信号推定手段により干渉信号として推定されず、比較的高いレベルの干渉信号①、③のみが干渉信号推定手段により干渉信号として推定される。

【0149】

同図（c）には、干渉信号推定手段の推定結果に基づいて入力信号そのままから干渉信号抽出手段により抽出される干渉信号のスペクトルの一例を示してある。同図（c）に示されるように、比較的高いレベルの干渉信号①、③のみが抽出される。なお、同図（c）に示されるように、フィルタ特性によって広帯域信号成分も多少抽出されるが、狭帯域干渉信号のスペクトルは広がっていないため雑音成分は抽出されず、このため、同図（b）に示したように量子化雑音レベルを高く設定しても干渉除去後の受信信号に影響を与えない。

【0150】

同図(d)には、抽出された干渉信号を除去した後における受信信号のスペクトルの一例を示してある。同図(d)に示されるように、比較的低いレベルの干渉信号②については干渉除去処理が行われずに、比較的高いレベルの干渉信号①、③のみについて干渉除去処理が行われて干渉信号が除去される。なお、同図(d)に示されるように、比較的レベルの高い干渉信号①、③の周波数位置やその近隣の周波数位置については、広帯域信号成分が抽出されているため、広帯域信号が多少除去される。

【0151】

このように、同図(a)に示されるような受信信号をそのまま利用するのではなく、有効語長制限の制御を行った受信信号を用いることで、同図(b)に示されるように本来必要な広帯域信号や干渉信号として除去する必要のないレベルの低い干渉信号②については雑音レベル以下に埋もれさせることにより干渉信号成分の推定が行われないようにすることができる。一方、この例では、干渉信号の抽出時に受信信号をそのまま使用することから、同図(c)に示されるように干渉信号抽出時に広帯域信号成分が同時に抽出され、同図(d)に示されるように干渉信号除去時に広帯域信号成分が共に除去される。また、干渉信号②のようなレベルの低い干渉信号はそのまま残る。

【0152】

ここで、上記図15に示した場合と比べて、図16に示した場合には広帯域信号成分が除去されている分だけ特性が劣化してしまうことも予想されるが、例えば同図(b)に示されるように雑音レベルを高く設定したときに有効語長が制限された受信信号から干渉信号を抽出すると干渉信号抽出時に残る雑音成分により生じる特性劣化が大きくなってしまうような場合には、かえって、この例のように受信信号そのままから干渉信号を抽出する方が有効である。

【0153】

つまり、この例では干渉信号を推定した後に有効語長制限されていない受信信号から干渉信号を抽出することが行われるため、この場合でも干渉除去による広帯域信号成分への影響は若干起こり得るもの、上記図15に示されるように干

渉信号除去時に量子化雑音成分が干渉除去後の受信信号に含まれてしまうことが生じないため、特性の劣化を防止しつつ、有効語長制限による雑音レベルを高く設定することが可能となる。

【0154】

なお、ここでは、受信信号の有効語長を制限した場合を例として説明したが、受信信号に雑音を加える場合や、受信信号に1未満の制御係数を乗算する場合についても、同様な効果を得ることができる。

以上のように、干渉信号の電力等のレベルに応じた干渉除去を行う本例のような干渉除去方法を用いることにより、選択的に電力の大きい干渉信号のみを抽出して抑圧することが可能である。そして、こうしたことや、例えばCDMAの干渉信号抑圧効果により電力の低い干渉信号を抑圧することが可能であることから、干渉信号除去装置による特性劣化を最小限に抑えることができる。

【0155】

【発明の実施の形態】

本発明の実施例に係る干渉信号除去装置を図面を参照して説明する。

なお、本実施例では、干渉信号除去装置は例えばCDMA方式により無線通信を行う受信機に設けられており、当該受信機により受信される信号（広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ信号）に含まれる干渉信号を除去する。

【0156】

一例として、本発明に係る干渉信号除去装置を移動通信システムの基地局装置に適用した場合には、当該基地局装置では、本発明に係る干渉信号除去装置を備え、移動局装置から無線受信した信号を当該干渉信号除去装置に入力して当該信号に含まれる干渉信号を当該干渉信号除去装置により除去する。

また、他の例として、本発明に係る干渉信号除去装置を移動通信システムの移動局装置に適用した場合には、当該移動局装置では、本発明に係る干渉信号除去装置を備え、基地局装置から無線受信した信号を当該干渉信号除去装置に入力して当該信号に含まれる干渉信号を当該干渉信号除去装置により除去する。

【0157】

まず、本発明の第1実施例に係る干渉信号除去装置を図面を参照して説明する

図1には、本発明に係る干渉信号除去装置の一例を示してあり、この干渉信号除去装置には、干渉信号電力推定部1と、語長制限部2と、干渉信号推定部3と、干渉信号抽出部4と、合成器5とが備えられている。この干渉信号除去装置では、広帯域の希望信号と複数の狭帯域の干渉信号とが合成された受信信号 $r(t)$ が入力信号として干渉信号電力推定部1及び語長制限部2及び合成器5に入力される。なお、tは時刻を示す。

【0158】

干渉信号電力推定部1は、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号の電力を推定し、当該推定結果を語長制限部2に通知する。

ここで、受信信号 $r(t)$ から干渉信号の電力を推定する仕方としては、例えば受信信号 $r(t)$ をスペクトル分析して推定する仕方を用いることができ、また、例えばCDMAのように受信電力が予め一定となるように制御されている通信システムにおいては受信信号そのものの電力或いはそれに比例する電力を干渉信号の電力とみなして用いることも可能である。

【0159】

語長制限部2は、干渉信号電力推定部1から通知される推定結果に基づいて、入力される受信信号 $r(t)$ の有効語長を制限して、当該有効語長制限後の受信信号 $w(t)$ を干渉信号推定部3及び干渉信号抽出部4へ出力する。

【0160】

ここで、語長制限部2では、受信信号 $r(t)$ をデジタル値のデータとしてその有効語長を制限する。具体的に、データを語長制限する仕方としては、一例として、受信信号 $r(t)$ が16ビットのデジタル値のデータであって、その内で広帯域信号の有効語長が6ビット相当である場合には、例えば下位の7ビットに語長制限をかけて上位の9ビットを語長制限後の受信信号 $w(t)$ とする。また、他の例として、受信信号 $r(t)$ が16ビットのデジタル値のデータであって、その内で広帯域信号の有効語長が4ビット相当である場合には、例えば下位の5ビットに語長制限をかけて上位の11ビットを語長制限後の受信信号 $w(t)$ とする。

【0161】

このようにして受信信号 $r(t)$ の有効語長を制限すると、広帯域信号と比較的低いレベルの干渉信号を量子化雜音レベル以下にすることができ、これにより、干渉信号推定部3においては受信レベルの低い干渉信号や広帯域信号の周波数成分が推定されてしまうことを防止することができ、また、干渉信号抽出部4においては干渉信号と同時に広帯域信号が抽出されてしまうことを防止することができる。

【0162】

また、演算によって有効語長を制限する仕方としては、例えば16ビットのデータにFFFO (H: 16進数) 等をAND (論理積) 演算するといった簡易な構成による仕方を用いることができる。具体例として、16ビットのデータにFFFOをAND演算すると、当該データの上位12ビットの値 (“1”値或いは“0”値) をそのまま残して、下位4ビットの値を全て“0”値にすることができ、結果として、当該データを12ビットに語長制限することができる。

【0163】

干渉信号推定部3は、例えばLMS等の一般的な適応アルゴリズムを用いて、入力される有効語長制限後の受信信号 $w(t)$ 及び合成器5から出力される干渉除去後の受信信号の一部 $e(t)$ から干渉信号を推定し、当該推定結果である干渉信号推定係数 $h(t)$ を干渉信号抽出部4へ出力する。

干渉信号抽出部4は、干渉信号推定部3から入力される干渉信号推定係数 $h(t)$ に基づいて、入力される有効語長制限後の受信信号 $w(t)$ から干渉信号 $V(t)$ を抽出し、抽出した干渉信号 $V(t)$ を合成器5へ出力する。

【0164】

合成器5は、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号抽出部4から入力される干渉信号 $V(t)$ を減算することで、当該受信信号 $r(t)$ から当該干渉信号 $V(t)$ を除去し、当該干渉除去後の受信信号を当該干渉信号除去装置から出力する。ここで、適切な干渉信号 $V(t)$ が抽出された場合には、干渉除去後の受信信号は主に広帯域信号のみを抽出したものとなる。また、合成器5から出力される干渉除去後の受信信号の一部はエラー信号 $e(t)$ として干渉信号推定部3

に入力される。

【0165】

なお、好ましい態様として、干渉信号電力推定部1により干渉信号の電力を推定するタイミングや、干渉信号推定部3により干渉信号を推定するタイミングとして、所定の時間間隔をもったタイミングを用いると、装置化がし易く、消費電力の軽減も期待できる。特に、狭帯域干渉信号が、FHSS方式やTDMA方式による信号のようなものではなく、つまり、急激に周波数や電力が変化するようなものではない場合には、干渉信号の変化に高速に追従して干渉除去を行う必要がないことから、例えば干渉信号の推定演算の更新処理（フィルタタップ係数系列（干渉信号推定係数） $h(t)$ の更新処理）等を毎回行わずに、当該更新処理等を例えば256サンプル毎に1回行うというような構成としても、連続した狭帯域干渉信号を十分に除去することが可能である。

【0166】

ここで、このような所定の時間間隔を用いる構成では、例えば干渉信号の除去能力が多少劣化することもあるが、劣化量はせいぜい5dB分程度である。このため、このような構成では、例えば干渉信号の除去能力をほとんど劣化させずに、更新処理等に係る演算処理量を大幅に削減することができ、これにより、ハードウエアの規模や消費電力を低減させることができるという大きな効果を得ることが可能である。

【0167】

また、例えば干渉信号の性質に応じて、FDMA方式やFM方式やAM方式による信号のように狭帯域干渉信号が連続する信号（周波数や電力の変化が緩やかな信号）であるような場合には干渉信号の推定演算に係る更新処理等の周期を遅くする一方、FHSS方式やTDMA方式による信号のように狭帯域干渉信号が急激に周波数や電力の変化する信号であるような場合には当該周期を速くすることにより、適応的な干渉除去を行うことも可能である。

【0168】

以上のように、本例の干渉信号除去装置では、例えば受信系の伝送路で複数の狭帯域干渉信号が含まれる広帯域信号の受信信号 $r(t)$ に対して、干渉信号電

力推定部1が当該受信信号 $r(t)$ に含まれる干渉信号の電力を推定し、語長制限部2が当該推定結果に基づいて当該受信信号 $r(t)$ の有効語長を制限し、干渉信号推定部3が当該有効語長制限された受信信号 $w(t)$ から干渉信号を推定し、干渉信号抽出部4が当該推定結果に基づいて当該有効語長制限された受信信号 $w(t)$ から干渉信号 $V(t)$ を抽出し、合成器5が当該抽出された干渉信号 $V(t)$ を用いて受信信号 $r(t)$ から当該干渉信号 $V(t)$ を除去し、これにより、広帯域の希望信号のみを抽出して出力する。

【0169】

従って、本例の干渉信号除去装置では、受信信号 $r(t)$ に含まれる干渉信号を除去するに際して、特定の電力を超える干渉信号に関してのみ干渉除去の制御を行い、それぞれの干渉信号に応じて干渉信号除去処理を変化させることにより、干渉除去処理を行わない方が特性がよい干渉信号に関しては干渉除去が行われないような制御が可能となることから、例えば従来において干渉信号と共に本来受信処理を行いたい希望信号までも抽出して除去してしまっていたことにより生じていた受信品質の劣化を防ぐことができ、これにより、干渉除去後の受信信号のピット誤り率を向上させることができる。

【0170】

具体的には、本例の干渉信号除去装置では、干渉信号の電力に応じた干渉除去の制御を行って、受信信号 $r(t)$ の語長を干渉信号の推定及び抽出に関わる部分で制限することにより、特定のレベルに達しない信号に関しては量子化雑音に埋もれさせ、これにより、このような信号が干渉信号として推定及び抽出されることを防ぐことができる。

【0171】

また、本例の干渉信号除去装置では、例えば広帯域信号に含まれる狭帯域干渉信号が複数重畠されて受信された場合においても、広帯域の周波数信号内の干渉信号を適切に除去することが可能であり、特に、干渉信号の隣接チャネルに位置する広帯域信号までをも除去してしまうことを防止することができる。

なお、本例の干渉信号除去装置では、干渉除去後に雑音成分が多少残るが、上記図15を用いて説明したように、例えばCDMAの干渉信号抑圧効果によりこ

のような雑音成分を十分に除去することが可能である。

【0172】

このように、本例の干渉信号除去装置では、干渉信号の除去作用を制御することにより、従来と比較して、広帯域信号と比べて狭帯域干渉信号の電力が同程度か或いは小さい場合における受信特性を改善することができ、また、広帯域信号の信号成分が抽出されることもないため、全体として干渉除去後の受信信号のビット誤り率を改善することができる。

【0173】

なお、上述のように、本例の干渉信号除去装置では、好ましい態様として、干渉信号電力推定部1が干渉信号の電力の推定に関わる演算を所定の時間間隔で行うような構成とすることも可能である。ここで、所定の時間間隔としては、例えば装置の使用状況等に応じて、任意の時間間隔が用いられてもよい。

【0174】

また、本例の干渉信号除去装置では、好ましい態様として、CDMAのように受信電力が一定となるように電力制御されているような場合において、干渉信号電力推定部1が受信信号 $r(t)$ の電力そのものを利用して干渉信号の電力を推定することにより、受信電力のみを用いて干渉信号の有無を判別することができる構成とすることもできる。また、このような干渉信号電力の推定は、例えばスペクトル分析を行って実現することもできる。

【0175】

また、本例の干渉信号除去装置では、好ましい態様として、干渉信号推定部3が干渉信号の推定に関わる演算を所定の時間間隔で行うような構成とすることも可能である。なお、所定の時間間隔としては、例えば装置の使用状況等に応じて、任意の時間間隔が用いられてもよい。

【0176】

ここで、本例では、干渉信号電力推定部1により本発明に言う干渉信号レベル推定手段が構成されており、語長制限部2により本発明に言う入力信号制御手段が構成されており、干渉信号推定部3により本発明に言う干渉信号推定手段が構成されており、干渉信号抽出部4により本発明に言う干渉信号抽出手段が構成さ

れており、合成器5により本発明に言う干渉信号除去手段が構成されている。また、本例では、干渉信号抽出手段は有効語長が制限された入力信号から干渉信号を抽出している。

【0177】

次に、本発明の第2実施例に係る干渉信号除去装置を図面を参照して説明する。

図2には、本発明に係る干渉信号除去装置の一例を示しており、この干渉信号除去装置には、干渉信号電力推定部11と、雑音発生回路12と、加算回路13と、干渉信号推定部14と、干渉信号抽出部15と、合成器16とが備えられている。この干渉信号除去装置では、広帯域の希望信号と複数の狭帯域の干渉信号とが合成された受信信号 $r(t)$ が入力信号として干渉信号電力推定部11及び加算回路13及び合成器16に入力される。なお、tは時刻を示す。

【0178】

ここで、本例の干渉信号除去装置の構成は、受信信号 $r(t)$ の有効語長を制限するのではなく受信信号 $r(t)$ に雑音を加えるといった点を除いては、例えば上記第1実施例の図1に示した干渉信号除去装置の構成と同様であり、本例では、異なる構成部分について詳しく説明する。

【0179】

干渉信号電力推定部11は、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号の電力を推定し、当該推定結果を雑音発生回路12に通知する。

雑音発生回路12は、干渉信号電力推定部11から通知される推定結果に基づいて、擬似的な雑音を発生させ、発生させた雑音を加算回路13へ出力する。

【0180】

加算回路13は、入力される受信信号 $r(t)$ と雑音発生回路12から入力される雑音とを加算合成し、当該合成結果を雑音が加えられた受信信号 $w(t)$ として干渉信号推定部14及び干渉信号抽出部15へ出力する。

【0181】

ここで、受信信号 $r(t)$ に擬似雑音を加える仕方としては、他の例として、自動利得制御増幅器（A G C - A M P : AGC-Amplifier）を用いて受信信号 $r(t)$

t) のゲインレベルを下げるにより当該受信信号 $r(t)$ に含まれるレベルの低い干渉信号を雑音レベルに下げる仕方を用いることもできる。このような仕方によっても、受信信号 $r(t)$ のゲインレベルを下げることで、当該受信信号 $r(t)$ に雑音を加えることが実質的に実現され、本発明はこのような仕方を用いる構成も包含している。

【0182】

このようにして受信信号 $r(t)$ に雑音を加えると、広帯域信号と比較的低いレベルの干渉信号を量子化雑音レベル以下にすることができ、これにより、干渉信号推定部14においては受信レベルの低い干渉信号や広帯域信号の周波数成分が推定されてしまうことを防止することができ、また、干渉信号抽出部15においては干渉信号と同時に広帯域信号が抽出されてしまうことを防止することができる。

【0183】

干渉信号推定部14は、例えばLMS等の一般的な適応アルゴリズムを用いて、入力される雑音が加えられた受信信号 $w(t)$ 及び合成器16から出力される干渉除去後の受信信号の一部 $e(t)$ から干渉信号を推定し、当該推定結果である干渉信号推定係数 $h(t)$ を干渉信号抽出部15へ出力する。

干渉信号抽出部15は、干渉信号推定部14から入力される干渉信号推定係数 $h(t)$ に基づいて、入力される雑音が加えられた受信信号 $w(t)$ から干渉信号 $V(t)$ を抽出し、抽出した干渉信号 $V(t)$ を合成器16へ出力する。

【0184】

合成器16は、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号抽出部15から入力される干渉信号 $V(t)$ を減算することで、当該受信信号 $r(t)$ から当該干渉信号 $V(t)$ を除去し、当該干渉除去後の受信信号を当該干渉信号除去装置から出力する。ここで、適切な干渉信号 $V(t)$ が抽出された場合には、干渉除去後の受信信号は主に広帯域信号のみを抽出したものとなる。また、合成器16から出力される干渉除去後の受信信号の一部はエラー信号 $e(t)$ として干渉信号推定部14に入力される。

【0185】

以上のように、本例の干渉信号除去装置では、例えば受信系の伝送路で複数の狭帯域干渉信号が含まれる広帯域信号の受信信号 $r(t)$ に対して、干渉信号電力推定部 11 が当該受信信号 $r(t)$ に含まれる干渉信号の電力を推定し、雑音発生部 12 が当該推定結果に基づいて任意の雑音を発生させ、加算回路 13 が当該受信信号 $r(t)$ と当該雑音とを加算合成し、干渉信号推定部 14 が当該雑音が加えられた受信信号 $w(t)$ から干渉信号を推定し、干渉信号抽出部 15 が当該推定結果に基づいて当該雑音が加えられた受信信号 $w(t)$ から干渉信号 $V(t)$ を抽出し、合成器 16 が当該抽出された干渉信号 $V(t)$ を用いて受信信号 $r(t)$ から当該干渉信号 $V(t)$ を除去し、これにより、広帯域の希望信号のみを抽出して出力する。

【0186】

従って、本例の干渉信号除去装置では、このように受信信号 $r(t)$ に雑音を加える構成により、上記第1実施例の場合と同様な効果を得ることができる。具体的には、本例の干渉信号除去装置では、干渉信号の電力に応じた干渉除去の制御を行って、受信信号 $r(t)$ に加えられる雑音を干渉信号の推定及び抽出に関わる部分で制御することにより、特定のレベルに達しない信号に関しては雑音下に埋もれさせ、これにより、このような信号が干渉信号として推定及び抽出されることを防ぐことができる。

【0187】

なお、本例の干渉信号除去装置では、受信信号 $r(t)$ に雑音を付加していることから、例えば上記第1実施例の場合と同様な効果を得ることができる上に、更に、雑音を付加する構成において受信信号 $r(t)$ をアナログ信号のまま扱うことが可能であり、例えば特開平6-164320号公報に記載されているフィルタ回路のようなアナログ演算素子を用いるような場合に有効に作用する。ここで、この文献には、FIR型のフィルタやIIR型のフィルタとして機能するフィルタ回路が記載されている。

【0188】

また、受信信号 $r(t)$ に雑音を付加することをデジタル回路により実現することも容易に可能であり、具体的には、例えば擬似雑音系列を用いて雑音を構成

してそのレベル制御を行った後に、当該レベル制御後の雑音を受信信号 $r(t)$ に加算することで実現される。

【0189】

ここで、本例では、干渉信号電力推定部 11 により本発明に言う干渉信号レベル推定手段が構成されており、雑音発生回路 12 や加算回路 13 により本発明に言う入力信号制御手段が構成されており、干渉信号推定部 14 により本発明に言う干渉信号推定手段が構成されており、干渉信号抽出部 15 により本発明に言う干渉信号抽出手段が構成されており、合成器 16 により本発明に言う干渉信号除去手段が構成されている。また、本例では、干渉信号抽出手段は雑音が加えられた入力信号から干渉信号を抽出している。

【0190】

次に、本発明の第3実施例に係る干渉信号除去装置を図面を参照して説明する。

図3には、本発明に係る干渉信号除去装置の一例を示しており、この干渉信号除去装置には、干渉信号電力推定部 21 と、第1の乗算器 22 と、干渉信号推定部 23 と、干渉信号抽出部 24 と、第2の乗算器 25 と、合成器 26 とが備えられている。この干渉信号除去装置では、広帯域の希望信号と複数の狭帯域の干渉信号とが合成された受信信号 $r(t)$ が入力信号として干渉信号電力推定部 21 及び第1の乗算器 22 及び合成器 26 に入力される。なお、 t は時刻を示す。

【0191】

ここで、本例の干渉信号除去装置の構成は、受信信号 $r(t)$ の有效語長を制限するのではなく受信信号 $r(t)$ に 1 未満の制御係数 α を乗算する等といった点を除いては、例えば上記第1実施例の図1に示した干渉信号除去装置の構成と同様であり、本例では、異なる構成部分について詳しく説明する。

【0192】

干渉信号電力推定部 21 は、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号の電力を推定し、当該推定結果に基づいて算出される制御係数 α を第1の乗算器 22 へ出力するとともに、当該制御係数 α の逆数 ($1/\alpha$) を第2の乗算器 25 へ出力する。

第1の乗算器22は、入力される受信信号 $r(t)$ と干渉信号電力推定部21から入力される制御係数 α とを乗算することで当該受信信号 $r(t)$ を絞り、当該乗算結果として得られる α 倍された受信信号 $w(t)$ を干渉信号推定部23及び干渉信号抽出部24へ出力する。

【0193】

このようにして受信信号 $r(t)$ に1未満の制御係数 α を乗算すると、広帯域信号と比較的低いレベルの干渉信号を量子化雑音レベル以下にすることができ、これにより、干渉信号推定部23においては受信レベルの低い干渉信号や広帯域信号の周波数成分が推定されてしまうことを防止することができ、また、干渉信号抽出部24においては干渉信号と同時に広帯域信号が抽出されてしまうことを防止することができる。なお、受信信号 $r(t)$ に制御係数 α を乗算した場合に演算の有効桁から落ちる桁の部分については例えば計算上ゼロとなる。

【0194】

干渉信号推定部23は、例えばLMS等の一般的な適応アルゴリズムを用いて、入力される α 倍された受信信号 $w(t)$ 及び合成器26から出力される干渉除去後の受信信号の一部 $e(t)$ から干渉信号を推定し、当該推定結果である干渉信号推定係数 $h(t)$ を干渉信号抽出部24へ出力する。

干渉信号抽出部24は、干渉信号推定部23から入力される干渉信号推定係数 $h(t)$ に基づいて、入力される α 倍された受信信号 $w(t)$ から干渉信号 $V(t)$ を抽出し、抽出した干渉信号 $V(t)$ を第2の乗算器25へ出力する。

【0195】

第2の乗算器25は、干渉信号抽出部24から入力される干渉信号 $V(t)$ と干渉信号電力推定部21から入力される値($1/\alpha$)とを乗算することで出力レベルの補正を行い、当該乗算結果をレベル補正がなされた干渉信号 $V'(t)$ として合成器26へ出力する。

【0196】

合成器26は、入力される受信信号 $r(t)$ から第2の乗算器25から入力されるレベル補正後の干渉信号 $V'(t)$ を減算することで、当該受信信号 $r(t)$ から当該干渉信号 $V'(t)$ を除去し、当該干渉除去後の受信信号を当該干渉

信号除去装置から出力する。ここで、適切な干渉信号 $V(t)$ が抽出された場合には、干渉除去後の受信信号は主に広帯域信号のみを抽出したものとなる。また、合成器 26 から出力される干渉除去後の受信信号の一部はエラー信号 $e(t)$ として干渉信号推定部 23 に入力される。

【0197】

以上のように、本例の干渉信号除去装置では、例えば受信系の伝送路で複数の狭帯域干渉信号が含まれる広帯域信号の受信信号 $r(t)$ に対して、干渉信号電力推定部 21 が当該受信信号 $r(t)$ に含まれる干渉信号の電力を推定し、第 1 の乗算器 22 が当該推定結果に基づく制御係数 α と当該受信信号 $r(t)$ とを乗算し、干渉信号推定部 23 が当該制御係数 α が乗算された受信信号 $w(t)$ から干渉信号を推定し、干渉信号抽出部 24 が当該推定結果に基づいて当該制御係数 α が乗算された受信信号 $w(t)$ から干渉信号 $V(t)$ を抽出し、第 2 の乗算器 25 が当該抽出された干渉信号 $V(t)$ を $(1/\alpha)$ 倍することにより出力レベル補正を行い、合成器 26 が当該レベル補正がなされた干渉信号 $V'(t)$ を用いて受信信号 $r(t)$ から当該干渉信号 $V'(t)$ を除去し、これにより、広帯域の希望信号のみを抽出して出力する。

【0198】

従って、本例の干渉信号除去装置では、このように受信信号 $r(t)$ に 1 未満の制御係数 α を乗算する構成により、上記第 1 実施例の場合と同様な効果を得ることができる。具体的には、本例の干渉信号除去装置では、干渉信号の電力に応じた干渉除去の制御を行って、受信信号 $r(t)$ のレベルを制御係数 α により干渉信号の推定及び抽出に関わる部分で制御することにより、特定のレベルに達しない信号に関しては雑音下に埋もれさせ、これにより、このような信号が干渉信号として推定及び抽出されることを防ぐことができる。

【0199】

なお、本例のように受信信号 $r(t)$ に 1 未満の制御係数 α を乗算すると、例えば上記第 1 実施例で示した有効語長制限と同様な効果を得ることができる。

例えば、演算語長を 16 ビットに固定した場合に、制御係数 $\alpha = 0.125$ を用いると 3 ビットの有効語長制限を受信信号 $r(t)$ に対して行ったのと同様な

効果を得ることができ、制御係数 $\alpha = 0.5$ を用いると 1 ビットの有効語長制限を受信信号 $r(t)$ に対して行ったのと同様な効果を得ることができ、また、制御係数 α の値を（ $1 / (2 \text{ のべき乗})$ ）以外の数値とすることでより細やかな制御を行うことも可能である。

【0200】

また、本例の構成では、干渉信号抽出部 24において干渉信号 $V(t)$ がレベルの絞られた受信信号 $w(t)$ から抽出されるため、第2の乗算器 25により元のレベルに戻す操作を行っている。

なお、上記第1実施例の場合と同様に干渉除去後に残したい有効な信号を量子化雑音レベル以下にすることが目的であるため、例えば第2の乗算器 25を第1の乗算器 22の直後に直列に配置してレベル補正を行うのも好ましく、この場合、干渉信号抽出部 24の入力レンジを無駄に捨てることなく演算が可能となり、量子化雑音の除去効果を得やすくなる。

【0201】

ここで、本例では、干渉信号電力推定部 21により本発明に言う干渉信号レベル推定手段が構成されており、干渉信号電力推定部 21や第1の乗算器 22により本発明に言う入力信号制御手段が構成されており、干渉信号推定部 23により本発明に言う干渉信号推定手段が構成されており、干渉信号抽出部 24や第2の乗算器 25により本発明に言う干渉信号抽出手段が構成されており、合成器 26により本発明に言う干渉信号除去手段が構成されている。また、本例では、干渉信号抽出手段は制御係数が乗算された入力信号から干渉信号を抽出している。

【0202】

次に、本発明の第4実施例に係る干渉信号除去装置を図面を参照して説明する

図4には、本発明に係る干渉信号除去装置の一例を示しており、この干渉信号除去装置には、干渉信号電力推定部 31と、語長制限部 32と、干渉信号推定部 33と、干渉信号抽出部 34と、合成器 35とが備えられている。この干渉信号除去装置では、広帯域の希望信号と複数の狭帯域の干渉信号とが合成された受信信号 $r(t)$ が入力信号として干渉信号電力推定部 31及び語長制限部 32及び

干渉信号抽出部34及び合成器35に入力される。なお、tは時刻を示す。

【0203】

ここで、本例の干渉信号除去装置の構成は、有効語長が制限された受信信号w(t)ではなく受信信号r(t)そのままから干渉信号抽出部34により干渉信号を抽出するといった点を除いては、例えば上記第1実施例の図1に示した干渉信号除去装置の構成と同様であり、本例では、異なる構成部分について詳しく説明する。

【0204】

干渉信号電力推定部31は、入力される受信信号r(t)から干渉信号の電力を推定し、当該推定結果を語長制限部32に通知する。

語長制限部32は、干渉信号電力推定部31から通知される推定結果に基づいて、入力される受信信号r(t)の有効語長を制限して、当該有効語長制限後の受信信号w(t)を干渉信号推定部33へ出力する。

【0205】

ここで、語長制限部32では、受信信号r(t)をデジタル値のデータとしてその有効語長を制限する。具体的に、データを語長制限する仕方としては、一例として、受信信号r(t)が16ビットのデータであって、その内で広帯域信号の有効語長が6ビット相当である場合には、例えば下位の7ビットに語長制限をかけて上位の9ビットを語長制限後の受信信号w(t)とする。また、他の例として、受信信号r(t)が16ビットのデータであって、その内で広帯域信号の有効語長が4ビット相当である場合には、例えば下位の5ビットに語長制限をかけて上位の11ビットを語長制限後の受信信号w(t)とする。

【0206】

このようにして受信信号r(t)の有効語長を制限すると、広帯域信号と比較的低いレベルの干渉信号を量子化雑音レベル以下にすることができ、これにより、干渉信号推定部33において受信レベルの低い干渉信号や広帯域信号の周波数成分が推定されてしまうことを防止することができる。

【0207】

また、演算によって有効語長を制限する仕方としては、例えば16ビットのデ

ータにFFF0 (H: 16進数) 等をAND (論理積) 演算するといった簡易な構成による仕方を用いることができる。具体例として、16ビットのデータにFFF0をAND演算すると、当該データの上位12ビットの値（“1”値或いは“0”値）をそのまま残して、下位4ビットの値を全て“0”値にすることができ、結果として、当該データを12ビットに語長制限することができる。

【0208】

干渉信号推定部33は、例えばLMS等の一般的な適応アルゴリズムを用いて、入力される有効語長制限後の受信信号w(t)及び合成器35から出力される干渉除去後の受信信号の一部e(t)から干渉信号を推定し、当該推定結果である干渉信号推定係数h(t)を干渉信号抽出部34へ出力する。

干渉信号抽出部34は、干渉信号推定部33から入力される干渉信号推定係数h(t)に基づいて、入力される受信信号r(t)から干渉信号V(t)を抽出し、抽出した干渉信号V(t)を合成器35へ出力する。

【0209】

合成器35は、入力される受信信号r(t)から干渉信号抽出部34から入力される干渉信号V(t)を減算することで、当該受信信号r(t)から当該干渉信号V(t)を除去し、当該干渉除去後の受信信号を当該干渉信号除去装置から出力する。ここで、適切な干渉信号V(t)が抽出された場合には、干渉除去後の受信信号は主に広帯域信号のみを抽出したものとなる。また、合成器35から出力される干渉除去後の受信信号の一部はエラー信号e(t)として干渉信号推定部33に入力される。

【0210】

以上のように、本例の干渉信号除去装置では、例えば受信系の伝送路で複数の狭帯域干渉信号が含まれる広帯域信号の受信信号r(t)に対して、干渉信号電力推定部31が当該受信信号r(t)に含まれる干渉信号の電力を推定し、語長制限部32が当該推定結果に基づいて当該受信信号r(t)の有効語長を制限し、干渉信号推定部33が当該有効語長制限された受信信号w(t)から干渉信号を推定し、干渉信号抽出部34が当該推定結果に基づいて受信信号r(t)から干渉信号V(t)を抽出し、合成器35が当該抽出された干渉信号V(t)を用

いて受信信号 $r(t)$ から当該干渉信号 $V(t)$ を除去し、これにより、広帯域の希望信号のみを抽出して出力する。

【0211】

従って、本例の干渉信号除去装置では、受信信号 $r(t)$ に含まれる干渉信号を除去するに際して、特定の電力を超える干渉信号に関してのみ干渉除去の制御を行い、それぞれの干渉信号に応じて干渉信号除去処理を変化させることにより、干渉除去処理を行わない方が特性がよい干渉信号に関しては干渉除去が行われないような制御が可能となることから、例えば従来において干渉信号と共に本来受信処理を行いたい希望信号までも抽出して除去してしまっていたことにより生じていた受信品質の劣化を防ぐことができ、これにより、干渉除去後の受信信号のビット誤り率を向上させることができる。

【0212】

具体的には、本例の干渉信号除去装置では、干渉信号の電力に応じた干渉除去の制御を行って、受信信号 $r(t)$ の語長を干渉信号の推定に関わる部分で制限することにより、特定のレベルに達しない信号に関しては量子化雑音に埋もれさせ、これにより、このような信号が干渉信号として推定されることを防ぐことができる。

また、本例の干渉信号除去装置では、例えば広帯域信号に含まれる狭帯域干渉信号が複数重畠されて受信された場合においても、広帯域の周波数信号内の干渉信号を適切に除去することが可能である。

【0213】

なお、上記図16を用いて説明したように、本例の干渉信号除去装置では、干渉除去により広帯域信号成分も多少抽出されて除去されることとなり、上記第1実施例の場合と比べて特性劣化が生じることも予想されるが、例えば上記図16(b)に示したように雑音レベルを高く設定した場合に有効語長制限後の受信信号 $w(t)$ から干渉信号を抽出することとすると干渉信号抽出時に残る雑音成分により生じる特性劣化が大きくなってしまうようなときには、有効に作用する。

【0214】

特に、例えば干渉信号除去装置からの出力信号が入力されるアナログ受信入力

部の過入力を防ぐために干渉信号除去装置を用いる場合や、実際の信号のレベルと比べて過入力を想定したアナログ／デジタル変換器（A D C : Analog/Digital Converter）のダイナミックレンジが不足するために干渉信号除去装置を用いる場合や、干渉信号除去装置を多段に接続するような場合などにおいて、受信入力レベルと語長制限を行うレベルとが大幅に異なることが想定されるようなときには有効である。

【0215】

このように、本例の干渉信号除去装置では、干渉信号の除去作用を制御することにより、従来と比較して、広帯域信号と比べて狭帯域干渉信号の電力が同程度か或いは小さい場合における受信特性を改善することができる。

【0216】

ここで、本例では、干渉信号電力推定部31により本発明に言う干渉信号レベル推定手段が構成されており、語長制限部32により本発明に言う入力信号制御手段が構成されており、干渉信号推定部33により本発明に言う干渉信号推定手段が構成されており、干渉信号抽出部34により本発明に言う干渉信号抽出手段が構成されており、合成器35により本発明に言う干渉信号除去手段が構成されている。また、本例では、干渉信号抽出手段は入力信号そのままから干渉信号を抽出している。

【0217】

次に、本発明の第5実施例に係る干渉信号除去装置を図面を参照して説明する

図5には、本発明に係る干渉信号除去装置の一例を示しており、この干渉信号除去装置には、干渉信号電力推定部41と、雑音発生回路42と、加算回路43と、干渉信号推定部44と、干渉信号抽出部45と、合成器46とが備えられている。この干渉信号除去装置では、広帯域の希望信号と複数の狭帯域の干渉信号とが合成された受信信号 $r(t)$ が入力信号として干渉信号電力推定部41及び加算回路43及び干渉信号抽出部45及び合成器46に入力される。なお、 t は時刻を示す。

【0218】

ここで、本例の干渉信号除去装置の構成は、雑音が加えられた受信信号 $w(t)$ ではなく受信信号 $r(t)$ そのままから干渉信号抽出部45により干渉信号を抽出するといった点を除いては、例えば上記第2実施例の図2に示した干渉信号除去装置の構成と同様であり、本例では、異なる構成部分について詳しく説明する。

【0219】

干渉信号電力推定部41は、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号の電力を推定し、当該推定結果を雑音発生回路42に通知する。

雑音発生回路42は、干渉信号電力推定部41から通知される推定結果に基づいて、擬似的な雑音を発生させ、発生させた雑音を加算回路43へ出力する。

【0220】

加算回路43は、入力される受信信号 $r(t)$ と雑音発生回路42から入力される雑音とを加算合成し、当該合成結果を雑音が加えられた受信信号 $w(t)$ として干渉信号推定部44へ出力する。

【0221】

このようにして受信信号 $r(t)$ に雑音を加えると、広帯域信号と比較的低いレベルの干渉信号を量子化雑音レベル以下にすることができ、これにより、干渉信号推定部44において受信レベルの低い干渉信号や広帯域信号の周波数成分が推定されてしまうことを防止することができる。

【0222】

干渉信号推定部44は、例えばLMS等の一般的な適応アルゴリズムを用いて、入力される雑音が加えられた受信信号 $w(t)$ 及び合成器46から出力される干渉除去後の受信信号の一部 $e(t)$ から干渉信号を推定し、当該推定結果である干渉信号推定係数 $h(t)$ を干渉信号抽出部45へ出力する。

干渉信号抽出部45は、干渉信号推定部44から入力される干渉信号推定係数 $h(t)$ に基づいて、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号 $V(t)$ を抽出し、抽出した干渉信号 $V(t)$ を合成器46へ出力する。

【0223】

合成器46は、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号抽出部45から入力

される干渉信号 $V(t)$ を減算することで、当該受信信号 $r(t)$ から当該干渉信号 $V(t)$ を除去し、当該干渉除去後の受信信号を当該干渉信号除去装置から出力する。ここで、適切な干渉信号 $V(t)$ が抽出された場合には、干渉除去後の受信信号は主に広帯域信号のみを抽出したものとなる。また、合成器46から出力される干渉除去後の受信信号の一部はエラー信号 $e(t)$ として干渉信号推定部44に入力される。

【0224】

以上のように、本例の干渉信号除去装置では、例えば受信系の伝送路で複数の狭帯域干渉信号が含まれる広帯域信号の受信信号 $r(t)$ に対して、干渉信号電力推定部41が当該受信信号 $r(t)$ に含まれる干渉信号の電力を推定し、雑音発生部42が当該推定結果に基づいて任意の雑音を発生させ、加算回路43が当該受信信号 $r(t)$ と当該雑音とを加算合成し、干渉信号推定部44が当該雑音が加えられた受信信号 $w(t)$ から干渉信号 $V(t)$ を推定し、干渉信号抽出部45が当該推定結果に基づいて受信信号 $r(t)$ から干渉信号 $V(t)$ を抽出し、合成器46が当該抽出された干渉信号 $V(t)$ を用いて受信信号 $r(t)$ から当該干渉信号 $V(t)$ を除去し、これにより、広帯域の希望信号のみを抽出して出力する。

【0225】

従って、本例の干渉信号除去装置では、このように受信信号 $r(t)$ に雑音を加える構成により、上記第4実施例の場合と同様な効果を得ることができる。具体的には、本例の干渉信号除去装置では、干渉信号の電力に応じた干渉除去の制御を行って、受信信号 $r(t)$ に加えられる雑音を干渉信号の推定に関わる部分で制御することにより、特定のレベルに達しない信号に関しては雑音下に埋もれさせ、これにより、このような信号が干渉信号として推定されることを防ぐことができる。

【0226】

なお、本例の干渉信号除去装置では、上記第2実施例で述べたように、雑音をアナログ的に受信信号 $r(t)$ に加えることが可能であるため、アナログ演算素子を利用することも可能である。

【0227】

ここで、本例では、干渉信号電力推定部41により本発明に言う干渉信号レベル推定手段が構成されており、雑音発生回路42や加算回路43により本発明に言う入力信号制御手段が構成されており、干渉信号推定部44により本発明に言う干渉信号推定手段が構成されており、干渉信号抽出部45により本発明に言う干渉信号抽出手段が構成されており、合成器46により本発明に言う干渉信号除去手段が構成されている。また、本例では、干渉信号抽出手段は入力信号そのままから干渉信号を抽出している。

【0228】

次に、本発明の第6実施例に係る干渉信号除去装置を図面を参照して説明する。

図6には、本発明に係る干渉信号除去装置の一例を示してあり、この干渉信号除去装置には、干渉信号電力推定部51と、第1の乗算器52と、干渉信号推定部53と、第2の乗算器54と、干渉信号抽出部55と、合成器56とが備えられている。この干渉信号除去装置では、広帯域の希望信号と複数の狭帯域の干渉信号とが合成された受信信号 $r(t)$ が入力信号として干渉信号電力推定部51及び第1の乗算器52及び干渉信号抽出部55及び合成器56に入力される。なお、 t は時刻を示す。

【0229】

ここで、本例の干渉信号除去装置の構成は、制御係数 α が乗算された受信信号 $w(t)$ ではなく受信信号 $r(t)$ そのままから干渉信号抽出部55により干渉信号を抽出するといった点を除いては、例えば上記第3実施例の図3に示した干渉信号除去装置の構成と同様であり、本例では、異なる構成部分について詳しく説明する。

【0230】

干渉信号電力推定部51は、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号の電力を推定し、当該推定結果に基づく制御係数 α を第1の乗算器52へ出力するとともに、当該制御係数 α の逆数($1/\alpha$)を第2の乗算器54へ出力する。

第1の乗算器52は、入力される受信信号 $r(t)$ と干渉信号電力推定部51

から入力される制御係数 α とを乗算することで当該受信信号 $r(t)$ を絞り、当該乗算結果として得られる α 倍された受信信号 $w(t)$ を干渉信号推定部 53 へ出力する。

【0231】

このようにして受信信号 $r(t)$ に 1 未満の制御係数 α を乗算すると、広帯域信号と比較的低いレベルの干渉信号を量子化雑音レベル以下にすることができる、これにより、干渉信号推定部 53 において受信レベルの低い干渉信号や広帯域信号の周波数成分が推定されてしまうことを防止することができる。なお、受信信号 $r(t)$ に制御係数 α を乗算した場合に演算の有効桁から落ちる桁の部分については例えば計算上ゼロとなる。

【0232】

干渉信号推定部 53 は、例えば LMS 等の一般的な適応アルゴリズムを用いて、入力される α 倍された受信信号 $w(t)$ 及び合成器 56 から出力される干渉除去後の受信信号の一部 $e(t)$ から干渉信号を推定し、当該推定結果である干渉信号推定係数 $h(t)$ を第 2 の乗算器 54 へ出力する。

【0233】

第 2 の乗算器 54 は、干渉信号推定部 53 から入力される干渉信号推定係数 $h(t)$ と干渉信号電力推定部 51 から入力される値 ($1/\alpha$) とを乗算することで出力レベルの補正を行い、当該乗算結果をレベル補正がなされた干渉信号推定係数 $h'(t)$ として干渉信号推定部 55 へ出力する。

干渉信号抽出部 55 は、第 2 の乗算器 54 から入力されるレベル補正後の干渉信号推定係数 $h'(t)$ に基づいて、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号 $V(t)$ を抽出し、抽出した干渉信号 $V(t)$ を合成器 56 へ出力する。

【0234】

合成器 56 は、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号抽出部 56 から入力される干渉信号 $V(t)$ を減算することで、当該受信信号 $r(t)$ から当該干渉信号 $V(t)$ を除去し、当該干渉除去後の受信信号を当該干渉信号除去装置から出力する。ここで、適切な干渉信号 $V(t)$ が抽出された場合には、干渉除去後の受信信号は主に広帯域信号のみを抽出したものとなる。また、合成器 56 から

出力される干渉除去後の受信信号の一部はエラー信号 $e(t)$ として干渉信号推定部 53 に入力される。

【0235】

以上のように、本例の干渉信号除去装置では、例えば受信系の伝送路で複数の狭帯域干渉信号が含まれる広帯域信号の受信信号 $r(t)$ に対して、干渉信号電力推定部 51 が当該受信信号 $r(t)$ に含まれる干渉信号の電力を推定し、第1の乗算器 52 が当該推定結果に基づく制御係数 α と当該受信信号 $r(t)$ とを乗算し、干渉信号推定部 53 が当該制御係数 α が乗算された受信信号 $w(t)$ から干渉信号を推定し、第2の乗算器 54 が当該推定結果を $(1/\alpha)$ 倍することにより出力レベル補正を行い、干渉信号抽出部 55 が当該レベル補正後の推定結果に基づいて受信信号 $r(t)$ から干渉信号 $V(t)$ を抽出し、合成器 56 が当該干渉信号 $V(t)$ を用いて受信信号 $r(t)$ から当該干渉信号 $V(t)$ を除去し、これにより、広帯域の希望信号のみを抽出して出力する。

【0236】

従って、本例の干渉信号除去装置では、このように受信信号 $r(t)$ に 1 未満の制御係数 α を乗算する構成により、上記第4実施例の場合と同様な効果を得ることができる。具体的には、本例の干渉信号除去装置では、干渉信号の電力に応じた干渉除去の制御を行って、受信信号 $r(t)$ のレベルを制御係数 α により干渉信号の推定に関わる部分で制御することにより、特定のレベルに達しない信号に関しては雑音下に埋もれさせ、これにより、このような信号が干渉信号として推定されることを防ぐことができる。

【0237】

なお、本例のように受信信号 $r(t)$ に 1 未満の制御係数 α を乗算すると、例えば上記第4実施例で示した有効語長制限と同様な効果を得ることができる。

例えば、演算語長を 16 ビットに固定した場合に、制御係数 $\alpha = 0.125$ を用いると 3 ビットの有効語長制限を受信信号 $r(t)$ に対して行ったのと同様な効果を得ることができ、制御係数 $\alpha = 0.5$ を用いると 1 ビットの有効語長制限を受信信号 $r(t)$ に対して行ったのと同様な効果を得ることができ、また、制御係数 α の値を $(1/(2^k))$ 以外の数値とすることでより細やかな制

御を行うことも可能である。

【0238】

また、本例の構成では、干渉信号抽出部53においてレベルの絞られた受信信号 $w(t)$ に基づいて干渉信号が推定されるため、第2の乗算器54により元のレベルに戻す操作を行っている。

なお、上記第4実施例の場合と同様に干渉除去後に残したい有効な信号を量子化雑音レベル以下にすることが目的であるため、例えば第2の乗算器54を第1の乗算器52の直後に直列に配置してレベル補正を行うのも好ましく、この場合、干渉信号抽出部55の入力レンジを無駄に捨てることなく演算が可能となり、量子化雑音の除去効果を得やすくなる。

【0239】

ここで、本例では、干渉信号電力推定部51により本発明に言う干渉信号レベル推定手段が構成されており、干渉信号電力推定部51や第1の乗算器52により本発明に言う入力信号制御手段が構成されており、干渉信号推定部53や第2の乗算器54により本発明に言う干渉信号推定手段が構成されており、干渉信号抽出部55により本発明に言う干渉信号抽出手段が構成されており、合成器56により本発明に言う干渉信号除去手段が構成されている。また、本例では、干渉信号抽出手段は入力信号そのままから干渉信号を抽出している。

【0240】

ここで、以上に示した第1実施例～第6実施例では、受信信号 $r(t)$ に含まれる干渉信号の電力を推定した結果に基づいて受信信号 $r(t)$ に対して行う有効語長制限や受信信号 $r(t)$ に加える雑音のレベルや受信信号 $r(t)$ に乗算する制御係数 α を制御する構成を示したが、例えば受信信号 $r(t)$ に対して行う有効語長制限のビット数を固定値とした構成や、受信信号 $r(t)$ に加える雑音のレベルを固定値とした構成や、受信信号 $r(t)$ に乗算する制御係数 α を固定値とした構成を用いることもできる。このような構成では、例えば受信入力部の過入力を防ぐために特定の電力値を超える干渉信号を除去することが可能であり、特に、干渉信号除去装置が受信入力部の過入力を防ぐためにのみ用いられるような場合に有効である。

【0241】

一例として、次に、本発明の第7実施例に係る干渉信号除去装置を図面を参照して説明する。

図7には、本発明に係る干渉信号除去装置の一例を示してあり、この干渉信号除去装置には、語長制限部61と、干渉信号推定部62と、干渉信号抽出部63と、合成器64とが備えられている。この干渉信号除去装置では、広帯域の希望信号と複数の狭帯域の干渉信号とが合成された受信信号 $r(t)$ が入力信号として語長制限部61及び干渉信号抽出部63及び合成器64に入力される。なお、 t は時刻を示す。

【0242】

ここで、本例の干渉信号除去装置の構成は、例えば予め固定的に設定された制御係数により制御される有効語長制限が受信信号 $r(t)$ に対して行われるといった点を除いては、例えば上記第4実施例の図4に示した干渉信号除去装置の構成と同様であり、本例では、異なる構成部分について詳しく説明する。

【0243】

語長制限部61は、予め固定的に設定された制御係数により制御されて、入力される受信信号 $r(t)$ の有効語長を固定的に設定されたビット数分だけ制限して、当該有効語長制限後の受信信号 $w(t)$ を干渉信号推定部62へ出力する。

このようにして受信信号 $r(t)$ の有効語長を制限すると、広帯域信号と比較的低いレベルの干渉信号を固定的に設定された量子化雑音レベル以下にすることができる、これにより、干渉信号推定部62において受信レベルの低い干渉信号や広帯域信号の周波数成分が推定されてしまうことを防止することができる。

【0244】

干渉信号推定部62は、例えばLMS等の一般的な適応アルゴリズムを用いて、入力される有効語長制限後の受信信号 $w(t)$ 及び合成器64から出力される干渉除去後の受信信号の一部 $e(t)$ から干渉信号を推定し、当該推定結果である干渉信号推定係数 $h(t)$ を干渉信号抽出部63へ出力する。

干渉信号抽出部63は、干渉信号推定部62から入力される干渉信号推定係数 $h(t)$ に基づいて、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号 $V(t)$ を抽出

し、抽出した干渉信号 $V(t)$ を合成器 64 へ出力する。

【0245】

合成器 64 は、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号抽出部 63 から入力される干渉信号 $V(t)$ を減算することで、当該受信信号 $r(t)$ から当該干渉信号 $V(t)$ を除去し、当該干渉除去後の受信信号を当該干渉信号除去装置から出力する。ここで、適切な干渉信号 $V(t)$ が抽出された場合には、干渉除去後の受信信号は主に広帯域信号のみを抽出したものとなる。また、合成器 64 から出力される干渉除去後の受信信号の一部はエラー信号 $e(t)$ として干渉信号推定部 62 に入力される。

【0246】

以上のように、本例の干渉信号除去装置では、受信信号 $r(t)$ に含まれる干渉信号を除去するに際して、予め固定的に設定された特定の電力を超える干渉信号に関してのみ干渉除去の制御を行うことにより、例えば従来において干渉信号と共に本来受信処理を行いたい希望信号までも抽出して除去してしまっていたことにより生じていた受信品質の劣化を防ぐことができ、これにより、干渉除去後の受信信号のビット誤り率を向上させることができる。

【0247】

ここで、本例では、語長制限部 61 により本発明に言う入力信号制御手段が構成されており、干渉信号推定部 62 により本発明に言う干渉信号推定手段が構成されており、干渉信号抽出部 63 により本発明に言う干渉信号抽出手段が構成されており、合成器 64 により本発明に言う干渉信号除去手段が構成されている。また、本例では、干渉信号抽出手段は入力信号そのままから干渉信号を抽出している。

【0248】

他の例として、次に、本発明の第 8 実施例に係る干渉信号除去装置を図面を参照して説明する。

図 8 には、本発明に係る干渉信号除去装置の一例を示しており、この干渉信号除去装置には、雑音発生回路 71 と、加算回路 72 と、干渉信号推定部 73 と、干渉信号抽出部 74 と、合成器 75 とが備えられている。この干渉信号除去装置

では、広帯域の希望信号と複数の狭帯域の干渉信号とが合成された受信信号 $r(t)$ が入力信号として加算回路 7 2 及び干渉信号抽出部 7 4 及び合成器 7 5 に入力される。なお、 t は時刻を示す。

【0249】

ここで、本例の干渉信号除去装置の構成は、例えば予め固定的に設定された電力レベルを有する雑音が受信信号 $r(t)$ に加えられるといった点を除いては、例えば上記第5実施例の図5に示した干渉信号除去装置の構成と同様であり、本例では、異なる構成部分について詳しく説明する。

【0250】

雑音発生回路 7 1 は、予め固定的に設定された電力レベルを有する擬似的な雑音を発生させ、発生させた雑音を加算回路 7 2 へ出力する。

加算回路 7 2 は、入力される受信信号 $r(t)$ と雑音発生回路 7 1 から入力される雑音とを加算合成し、当該合成結果を雑音が加えられた受信信号 $w(t)$ として干渉信号推定部 7 3 へ出力する。

【0251】

このようにして受信信号 $r(t)$ に雑音を加えると、広帯域信号と比較的低いレベルの干渉信号を固定的に設定された量子化雑音レベル以下にすることができる、これにより、干渉信号推定部 7 3 において受信レベルの低い干渉信号や広帯域信号の周波数成分が推定されてしまうことを防止することができる。

【0252】

干渉信号推定部 7 3 は、例えばLMS等の一般的な適応アルゴリズムを用いて、入力される雑音が加えられた受信信号 $w(t)$ 及び合成器 7 5 から出力される干渉除去後の受信信号の一部 $e(t)$ から干渉信号を推定し、当該推定結果である干渉信号推定係数 $h(t)$ を干渉信号抽出部 7 4 へ出力する。

干渉信号抽出部 7 4 は、干渉信号推定部 7 3 から入力される干渉信号推定係数 $h(t)$ に基づいて、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号 $V(t)$ を抽出し、抽出した干渉信号 $V(t)$ を合成器 7 5 へ出力する。

【0253】

合成器 7 5 は、入力される受信信号 $r(t)$ から干渉信号抽出部 7 4 から入力

される干渉信号 $V(t)$ を減算することで、当該受信信号 $r(t)$ から当該干渉信号 $V(t)$ を除去し、当該干渉除去後の受信信号を当該干渉信号除去装置から出力する。ここで、適切な干渉信号 $V(t)$ が抽出された場合には、干渉除去後の受信信号は主に広帯域信号のみを抽出したものとなる。また、合成器 75 から出力される干渉除去後の受信信号の一部はエラー信号 $e(t)$ として干渉信号推定部 73 に入力される。

【0254】

以上のように、本例の干渉信号除去装置では、例えば予め固定的に設定されたレベルを有する雑音を受信信号 $r(t)$ に加える構成により、上記第7実施例の場合と同様な効果を得ることができる。

なお、本例の干渉信号除去装置では、上記第2実施例で述べたように、雑音をアナログ的に受信信号 $r(t)$ に加えることが可能であるため、アナログ演算素子を利用するこども可能である。

【0255】

ここで、本例では、雑音発生回路 71 や加算回路 72 により本発明に言う入力信号制御手段が構成されており、干渉信号推定部 73 により本発明に言う干渉信号推定手段が構成されており、干渉信号抽出部 74 により本発明に言う干渉信号抽出手段が構成されており、合成器 75 により本発明に言う干渉信号除去手段が構成されている。また、本例では、干渉信号抽出手段は入力信号そのままから干渉信号を抽出している。

【0256】

次に、本発明の実施例に係るダイバーシチ受信装置を図面を参照して説明する。

なお、本実施例では、ダイバーシチ受信装置は例えばCDMA方式により無線通信を行う受信機に設けられており、2つのブランチを有している。また、本実施例に係るダイバーシチ受信装置に備えられる干渉信号除去装置としては、例えば上記第1実施例～上記第8実施例に示したような本発明に係る干渉信号除去装置が用いられており、上記のような受信機により受信される信号（広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ信号）に含まれる干渉信号を除去する。

【0257】

以下に示す本実施例に係るダイバーシチ受信装置では、例えば以上に示したような干渉信号除去装置を1以上のブランチに備え、当該ブランチの信号を当該干渉信号除去装置に入力して当該信号に含まれる干渉信号を当該干渉信号除去装置により除去することを可能としている。

【0258】

具体的には、ダイバーシチ受信機が有する複数のブランチの中で少なくとも1つのブランチに干渉信号除去装置を備える。そして、必要に応じて、干渉信号除去装置のオン／オフを制御する。このようなオン／オフ制御としては、例えば、干渉信号の電力を検出した結果に基づいて、干渉信号が存在しない場合や或いは存在しても予め設定されたレベルより低い場合には干渉除去動作を行わないよう制御することができ、これにより、干渉信号が存在しない場合や低いレベルの干渉信号しか存在しない場合に干渉除去動作を行うと却って特性が劣化してしまうといったことを防止することができる。

【0259】

まず、本発明の第9実施例に係るダイバーシチ受信装置を図面を参照して説明する。

図9には、本発明に係るダイバーシチ受信装置の一例を示しており、このダイバーシチ受信装置には、第1の干渉信号除去装置81と、第2の干渉信号除去装置82と、第1の電力比較器83と、第2の電力比較器84と、ダイバーシチ受信機85とが備えられている。

【0260】

本例のダイバーシチ受信装置では、ダイバーシチ受信機85が有する第1のブランチに対応する第1のアンテナにより受信される信号（受信信号1）が第1の干渉信号除去装置81及び第1の電力比較器83に入力され、ダイバーシチ受信機85が有する第2のブランチに対応する第2のアンテナにより受信される信号（受信信号2）が第2の干渉信号除去装置82及び第2の電力比較器84に入力される。

【0261】

第1の干渉信号除去装置81は、第1の電力比較器83によるオン(ON)／オフ(OFF)制御に従って、オンに制御されている場合には、入力される受信信号1に対して干渉除去処理を行い、当該干渉除去後の受信信号1をダイバーシチ受信機85へ出力する。また、オフに制御されている場合には、第1の干渉信号除去装置81は、入力される受信信号1をそのままダイバーシチ受信機85へ出力する。

【0262】

第1の電力比較器83は、入力される受信信号1の電力と例えば予め定められた閾値とを比較し、当該受信信号1の電力が当該閾値を超えている場合には第1の干渉信号除去装置81をオンにして受信信号1に対する干渉除去処理を行わせる一方、当該受信信号1の電力が当該閾値以下である場合(超えていない場合)には第1の干渉信号除去装置81をオフにして受信信号1をそのまま出力させる。

【0263】

同様に、第2の干渉信号除去装置82は、第2の電力比較器84によるオン(ON)／オフ(OFF)制御に従って、オンに制御されている場合には、入力される受信信号2に対して干渉除去処理を行い、当該干渉除去後の受信信号2をダイバーシチ受信機85へ出力する。また、オフに制御されている場合には、第2の干渉信号除去装置82は、入力される受信信号2をそのままダイバーシチ受信機85へ出力する。

【0264】

また、第2の電力比較器84は、入力される受信信号2の電力と例えば予め定められた閾値とを比較し、当該受信信号2の電力が当該閾値を超えている場合には第2の干渉信号除去装置82をオンにして受信信号2に対する干渉除去処理を行わせる一方、当該受信信号2の電力が当該閾値以下である場合(超えていない場合)には第2の干渉信号除去装置82をオフにして受信信号2をそのまま出力させる。

【0265】

ダイバーシチ受信機85は、第1の干渉信号除去装置81から入力される受信

信号1及び第2の干渉信号除去装置82から入力される受信信号2に基づいてダイバーシチ受信を行い、具体的には、例えば受信信号1と受信信号2とでレベルが高い方の信号を選択して受信処理することや、或いは、受信信号1と受信信号2とを適当な比率で合成して当該合成結果を受信処理することを行う。

【0266】

以上のように、本例のダイバーシチ受信装置では、例えば広帯域信号と当該広帯域信号の帯域と比べて狭帯域な複数の干渉信号とを含む受信信号から干渉信号を除去する第1の干渉信号除去装置81及び第2の干渉信号除去装置82のそれぞれをダイバーシチ受信機85の2つの入力部に備え、第1の干渉信号除去装置81及び第2の干渉信号除去装置82のそれぞれによる干渉除去処理のオン／オフを第1の電力比較器83及び第2の電力比較器84により個別に制御することができる。これにより、ダイバーシチ受信に係る各受信信号1、2毎に干渉除去のオン／オフを制御することが実現される。

【0267】

また、本例のダイバーシチ受信装置では、それぞれの干渉信号除去装置81、82に入力される受信信号1、2の電力と予め定められた閾値とを比較した結果に基づいてそれぞれの干渉信号除去装置81、82のオン／オフを制御しており、具体的には、受信信号1、2の電力が閾値を越えた場合に当該受信信号1、2に対応する干渉信号除去装置81、82を動作させて干渉除去を行わせる。なお、閾値としては、種々な値が用いられてもよい。また、本例では、受信信号1、2の電力レベルに基づいて干渉信号除去装置81、82をオン／オフ制御したが、信号のレベルとしては、例えば振幅等の他のレベルが用いられてもよい。

【0268】

従って、本例のダイバーシチ受信装置では、例えば上記図29の特性例に示されるように広帯域希望信号の電力が狭帯域干渉信号の電力と等しいか或いはそれより大きいときのように干渉除去を行わない方が特性がよくなる条件下においても、各ブランチの受信入力毎に干渉信号除去装置81、82を独立にオン／オフ制御することにより、特性の改善をより図ることができる。これにより、例えば広帯域信号の電力と比べて狭帯域干渉信号の電力が同じか或いは小さいような場

合においても、より通信品質が劣化しない干渉除去を実現することができる。特に、このような構成は、本例のようにダイバーシチ受信に適用して有効であり、本例のようなダイバーシチ受信装置において干渉信号除去装置を有効に活用して、従来と比べて特性の改善をより図ることができる。

【0269】

また、例えばCDMAのシステムのように受信機の入力レベルが一定の電力になるように電力制御されている場合には、受信信号の電力が特定の電力を超えることは当該受信信号に干渉信号が含まれることを示すため、受信信号の電力の閾値として固定的な値を用いて電力比較を行うことにより、適切に各干渉信号除去装置81、82をオン／オフ制御することができる。

【0270】

また、例えば第1の電力比較器83や第2の電力比較器84をスペクトル分析装置に置き換えた構成を用いることも可能である。この構成では、例えば第1の干渉信号除去装置81に入力される受信信号1のスペクトル分析を第1のスペクトル分析装置により行い、当該スペクトル分析の結果、希望信号と干渉信号との電力差が例えば予め定められた閾値を超えた場合に、当該第1の干渉信号除去装置81を作動させて干渉除去処理を行わせ、同様に、例えば第2の干渉信号除去装置82に入力される受信信号2のスペクトル分析を第2のスペクトル分析装置により行い、当該スペクトル分析の結果、希望信号と干渉信号との電力差が例えば予め定められた閾値を超えた場合に、当該第2の干渉信号除去装置82を作動させて干渉除去処理を行わせるといったようにして、各干渉信号除去装置81、82を個別にオン／オフ制御することができる。

【0271】

また、例えば適応制御方式を用いた干渉信号除去装置においては干渉除去処理の動作開始直後では学習が必要なためにすぐには干渉信号の除去が行われないが、好ましい態様として、次のようにして、このようなことを防ぐことができる。すなわち、例えば第1の電力比較器83の閾値と第2の電力比較器84の閾値とを異なる値として、各ブランチ間の閾値を例えば10dB差をつけておくことにより、干渉信号がフェージングの影響によりレベル変動して干渉信号除去装置8

1、82のオン／オフ切替が頻繁に発生するような境界条件下においても、2つの干渉信号除去装置81、82が同時にオフとなることを回避することができ、これにより、より安定した干渉除去を行うことが可能となる。また、このような構成では、干渉信号除去装置81、82をオン／オフ切替することによる消費電力を削減することも可能である。このように、ダイバーシチ受信機が有する各ブランチ毎に干渉信号除去装置のオン／オフ制御に関わる動作条件を異なる条件に設定しておく構成も有効である。

【0272】

次に、本発明の第10実施例に係るダイバーシチ受信装置を図面を参照して説明する。

図10には、本発明に係るダイバーシチ受信装置の一例を示してあり、このダイバーシチ受信装置には、第1の干渉信号除去装置91と、第2の干渉信号除去装置92と、電力比較器93と、ダイバーシチ受信機94とが備えられている。

【0273】

本例のダイバーシチ受信装置では、ダイバーシチ受信機94が有する第1のブランチに対応する第1のアンテナにより受信される信号（受信信号1）が第1の干渉信号除去装置91に入力され、ダイバーシチ受信機94が有する第2のブランチに対応する第2のアンテナにより受信される信号（受信信号2）が第2の干渉信号除去装置92及び電力比較器93に入力される。

【0274】

なお、本例のダイバーシチ受信装置の構成は、一方の干渉信号除去装置91が常に動作する一方、他方の干渉信号除去装置92がオン／オフ制御されるといった点を除いては、例えば上記第9実施例の図9に示したダイバーシチ受信装置の構成と同様であり、本例では、異なる構成について詳しく説明する。

【0275】

第1の干渉信号除去装置91は、常に動作して、入力される受信信号1に対して干渉除去処理を行い、当該干渉除去後の受信信号1をダイバーシチ受信機94へ出力する。

【0276】

第2の干渉信号除去装置92は、電力比較器93によるオン(ON)／オフ(OFF)制御に従って、オンに制御されている場合には、入力される受信信号2に対して干渉除去処理を行い、当該干渉除去後の受信信号2をダイバーシチ受信機94へ出力する。また、オフに制御されている場合には、第2の干渉信号除去装置92は、入力される受信信号2をそのままダイバーシチ受信機94へ出力する。

【0277】

電力比較器93は、入力される受信信号2の電力と例えば予め定められた閾値とを比較し、当該受信信号2の電力が当該閾値を超えている場合には第2の干渉信号除去装置92をオンにして受信信号2に対する干渉除去処理を行わせる一方、当該受信信号2の電力が当該閾値以下である場合(超えていない場合)には第2の干渉信号除去装置92をオフにして受信信号2をそのまま出力させる。

【0278】

ダイバーシチ受信機94は、第1の干渉信号除去装置91から入力される受信信号1及び第2の干渉信号除去装置92から入力される受信信号2に基づいてダイバーシチ受信を行い、具体的には、例えば受信信号1と受信信号2とでレベルが高い方の信号を選択して受信処理することや、或いは、受信信号1と受信信号2とを適当な比率で合成して当該合成結果を受信処理することを行う。

【0279】

以上のように、本例のダイバーシチ受信装置では、例えば広帯域信号と当該広帯域信号の帯域と比べて狭帯域な複数の干渉信号とを含む受信信号から干渉信号を除去する第1の干渉信号除去装置91及び第2の干渉信号除去装置92のそれぞれをダイバーシチ受信機94の2つの入力部に備え、一方の干渉信号除去装置91については常に動作させて干渉除去処理を行うようにし、他方の干渉信号除去装置92についてはその干渉除去処理のオン／オフを電力比較器93により制御することができる。

【0280】

従って、例えば干渉信号が存在しないときには、第1の干渉信号除去装置91が常に動作し、第2の干渉信号除去装置92が常に動作しないことにより、第1

の干渉信号除去装置91における特性劣化分を第2の干渉信号除去装置92がダイバーシチ受信の効果により補償することができる。また、第1の干渉信号除去装置91が常に動作しているため、例えば突然に干渉信号が入力された場合においても、すぐに応答して干渉除去を行うことができる。

【0281】

なお、本例のダイバーシチ受信装置では、第2の干渉信号除去装置92に入力される受信信号2の電力と予め定められた閾値とを比較した結果に基づいて第2の干渉信号除去装置92のオン／オフを制御したが、例えば上記第9実施例で述べたようにスペクトル分析を用いてオン／オフ制御を行うことも可能である。

【0282】

次に、本発明の第11実施例に係るダイバーシチ受信装置を図面を参照して説明する。

図11には、本発明に係るダイバーシチ受信装置の一例を示しており、このダイバーシチ受信装置には、第1の干渉信号除去装置101と、第2の干渉信号除去装置102と、電力比較器103と、ダイバーシチ受信機104とが備えられている。

【0283】

本例のダイバーシチ受信装置では、ダイバーシチ受信機104が有する第1のブランチに対応する第1のアンテナにより受信される信号（受信信号1）が第1の干渉信号除去装置101に入力され、ダイバーシチ受信機104が有する第2のブランチに対応する第2のアンテナにより受信される信号（受信信号2）が第2の干渉信号除去装置102に入力される。

【0284】

なお、本例のダイバーシチ受信装置の構成は、一方の干渉信号除去装置101が常に動作する一方、他方の干渉信号除去装置102がオン／オフ制御されるといった点を除いては、例えば上記第9実施例の図9に示したダイバーシチ受信装置の構成と同様であり、本例では、異なる構成について詳しく説明する。

【0285】

第1の干渉信号除去装置101は、常に動作して、入力される受信信号1に対

して干渉除去処理を行い、当該干渉除去後の受信信号1をダイバーシチ受信機104及び電力比較器103へ出力する。また、第1の干渉信号除去装置101は、干渉除去処理において抽出した干渉信号を電力比較器103へ出力する。

【0286】

第2の干渉信号除去装置102は、電力比較器103によるオン(ON)／オフ(OFF)制御に従って、オンに制御されている場合には、入力される受信信号2に対して干渉除去処理を行い、当該干渉除去後の受信信号2をダイバーシチ受信機104へ出力する。また、オフに制御されている場合には、第2の干渉信号除去装置102は、入力される受信信号2をそのままダイバーシチ受信機104へ出力する。

【0287】

電力比較器103は、第1の干渉信号除去装置101から入力される干渉除去後の受信信号1の電力と当該第1の干渉信号除去装置101から入力される干渉信号の電力を比較し、当該比較結果に基づいて第2の干渉信号除去装置102による干渉除去処理をオン／オフ制御する。

【0288】

ここで、具体的には、本例の電力比較器103は、干渉除去後の受信信号1の電力と抽出された干渉信号の電力との差が例えば予め定められた閾値を超える場合には第2の干渉信号除去装置102をオンにして受信信号2に対する干渉除去処理を行わせる一方、当該差が当該閾値以下である場合（超えていない場合）には第2の干渉信号除去装置102をオフにして受信信号2をそのまま出力させる。なお、干渉除去後の受信信号1は、干渉信号が適切に除去されている場合には、主に広帯域の希望信号を含むものとなる。

【0289】

ダイバーシチ受信機104は、第1の干渉信号除去装置101から入力される受信信号1及び第2の干渉信号除去装置102から入力される受信信号2に基づいてダイバーシチ受信を行い、具体的には、例えば受信信号1と受信信号2とでレベルが高い方の信号を選択して受信処理することや、或いは、受信信号1と受信信号2とを適当な比率で合成して当該合成結果を受信処理することを行う。

【0290】

以上のように、本例のダイバーシチ受信装置では、例えば広帯域信号と当該広帯域信号の帯域と比べて狭帯域な複数の干渉信号とを含む受信信号から干渉信号を除去する第1の干渉信号除去装置101及び第2の干渉信号除去装置102のそれぞれをダイバーシチ受信機104の2つの入力部に備え、一方の干渉信号除去装置101については常に動作させて干渉除去処理を行うようにし、他方の干渉信号除去装置102についてはその干渉除去処理のオン／オフを電力比較器103により制御することができる。このように、本例では、或るブランチの干渉信号除去装置のオン／オフを他のブランチの受信信号等に基づいて制御する。

【0291】

従って、本例のダイバーシチ受信装置では、例えば干渉信号が存在しないときには、第1の干渉信号除去装置101が常に動作し、第2の干渉信号除去装置102が常に動作しないことにより、第1の干渉信号除去装置101における特性劣化分を第2の干渉信号除去装置102がダイバーシチ受信の効果により補償することができる。また、第1の干渉信号除去装置101が常に動作しているため、例えば突然に干渉信号が入力された場合においても、すぐに応答して干渉除去を行うことができる。

【0292】

また、本例では、第1の干渉信号除去装置101により抽出された干渉信号と干渉除去後の受信信号（希望信号）との電力差が所定の閾値を超えた場合に第2の干渉信号除去装置102が遅れて動作させられる構成となっており、これにより、例えば片側のブランチの受信信号1が干渉を受けている場合に反対側のブランチの受信信号2も干渉を受けているとみなして当該ブランチに対応する第2の干渉信号除去装置102をオフからオンへ切り替えて動作させることが実現されている。

【0293】

次に、本発明の第12実施例に係るダイバーシチ受信装置を図面を参照して説明する。

図12には、本発明に係るダイバーシチ受信装置の一例を示してあり、このダ

イバーシチ受信装置には、干渉信号除去装置111と、ダイバーシチ受信機112とが備えられている。

【0294】

本例のダイバーシチ受信装置では、ダイバーシチ受信機112が有する第1のブランチに対応する第1のアンテナにより受信される信号（受信信号1）が直接的にダイバーシチ受信機112に入力され、ダイバーシチ受信機112が有する第2のブランチに対応する第2のアンテナにより受信される信号（受信信号2）が干渉信号除去装置111に入力される。

【0295】

干渉信号除去装置111は、常に動作して、入力される受信信号2に対して干渉除去処理を行い、当該干渉除去後の受信信号2をダイバーシチ受信機112へ出力する。

ダイバーシチ受信機112は、入力される受信信号1及び干渉信号除去装置111から入力される受信信号2に基づいてダイバーシチ受信を行い、具体的には、例えば受信信号1と受信信号2とでレベルが高い方の信号を選択して受信処理することや、或いは、受信信号1と受信信号2とを適当な比率で合成して当該合成結果を受信処理することを行う。

【0296】

以上のように、本例のダイバーシチ受信装置では、例えば広帯域信号と当該広帯域信号の帯域と比べて狭帯域な複数の干渉信号とを含む受信信号から干渉信号を除去する干渉信号除去装置111をダイバーシチ受信機112の片側の入力部に備えるとともに、ダイバーシチ受信機112の反対側の入力部は受信信号1そのままを入力するようにして、当該干渉信号除去装置111については常に動作させて干渉除去処理を行うようにし、これにより、干渉信号が発生した場合には2系統あるダイバーシチ受信入力の片側（第2のブランチ）のみ干渉除去を行う。

【0297】

従って、例えば干渉信号が存在しないときには、第1のブランチの受信信号1の特性がよく、第2のブランチの受信信号2については干渉信号除去装置111

が常に動作することにより特性が若干劣化するが、これはダイバーシチ受信機12によるダイバーシチ受信の効果により補償することができる。また、例えば干渉信号が存在する場合には、一方の受信信号2側で干渉信号除去装置111が動作して干渉除去が行われる一方、他方の受信信号1側では干渉信号の影響を受けることから例えばダイバーシチ合成の効果はあまり得られないが、実用上で有効な程度の品質で受信を行うことは十分に可能である。本例のような構成は、例えば干渉信号除去装置を備えていない既設のダイバーシチ受信装置に新たに干渉信号除去装置を追加するような場合に有効であり、設備負担を最小限に抑えることができる。

【0298】

次に、本発明の第13実施例に係るダイバーシチ受信装置を図面を参照して説明する。

図13には、本発明に係るダイバーシチ受信装置の一例を示しており、このダイバーシチ受信装置には、干渉信号除去装置121と、電力比較器122と、ダイバーシチ受信機123とが備えられている。

【0299】

本例のダイバーシチ受信装置では、ダイバーシチ受信機123が有する第1のブランチに対応する第1のアンテナにより受信される信号（受信信号1）が直接的にダイバーシチ受信機123に入力され、ダイバーシチ受信機123が有する第2のブランチに対応する第2のアンテナにより受信される信号（受信信号2）が干渉信号除去装置121及び電力比較器122に入力される。

【0300】

なお、本例のダイバーシチ受信装置の構成は、干渉信号除去装置121がオン／オフ制御されるといった点を除いては、例えば上記第12実施例の図12に示したダイバーシチ受信装置の構成と同様であり、本例では、異なる構成について詳しく説明する。

【0301】

干渉信号除去装置121は、電力比較器122によるオン（ON）／オフ（OFF）制御に従って、オンに制御されている場合には、入力される受信信号2に

対して干渉除去処理を行い、当該干渉除去後の受信信号2をダイバーシチ受信機123へ出力する。また、オフに制御されている場合には、第2の干渉信号除去装置121は、入力される受信信号2をそのままダイバーシチ受信機123へ出力する。

【0302】

電力比較器122は、入力される受信信号2の電力と例えば予め定められた閾値とを比較し、当該受信信号2の電力が当該閾値を超えている場合には干渉信号除去装置121をオンにして受信信号2に対する干渉除去処理を行わせる一方、当該受信信号2の電力が当該閾値以下である場合（超えていない場合）には干渉信号除去装置121をオフにして受信信号2をそのまま出力させる。

【0303】

ダイバーシチ受信機123は、入力される受信信号1及び干渉信号除去装置121から入力される受信信号2に基づいてダイバーシチ受信を行い、具体的には、例えば受信信号1と受信信号2とでレベルが高い方の信号を選択して受信処理することや、或いは、受信信号1と受信信号2とを適当な比率で合成して当該合成結果を受信処理することを行う。

【0304】

以上のように、本例のダイバーシチ受信装置では、例えば広帯域信号と当該広帯域信号の帯域と比べて狭帯域な複数の干渉信号とを含む受信信号から干渉信号を除去する干渉信号除去装置121をダイバーシチ受信機123の片側の入力部に備えるとともに、ダイバーシチ受信機123の反対側の入力部は受信信号1そのままを入力するようにして、当該干渉信号除去装置121による干渉除去処理のオン／オフを電力比較器122により制御することができる。

【0305】

従って、例えば上記第12実施例の場合と同様な効果を得ることができる。また、例えば適応制御方式を用いた干渉信号除去装置においては動作直後では学習時間であるために干渉除去の応答性が悪いが、本例では、干渉信号除去装置121のオン／オフを制御することにより、消費電力を削減することができる。特に、本例のような構成は、干渉信号の発生がほとんど起こらないような環境におい

て非常に有効である。

【0306】

なお、本例のダイバーシチ受信装置では、干渉信号除去装置121に入力される受信信号2の電力と予め定められた閾値とを比較した結果に基づいて干渉信号除去装置121のオン／オフを制御したが、例えば上記第9実施例で述べたようにスペクトル分析を用いてオン／オフ制御を行うことも可能である。

【0307】

次に、本発明の第14実施例に係るダイバーシチ受信装置を図面を参照して説明する。

図14には、本発明に係るダイバーシチ受信装置の一例を示しており、このダイバーシチ受信装置には、干渉信号除去装置131と、電力比較器132と、ダイバーシチ受信機133とが備えられている。

【0308】

本例のダイバーシチ受信装置では、ダイバーシチ受信機133が有する第1のブランチに対応する第1のアンテナにより受信される信号（受信信号1）が直接的にダイバーシチ受信機133に入力されるとともに、当該受信信号1が電力比較器132に入力され、ダイバーシチ受信機133が有する第2のブランチに対応する第2のアンテナにより受信される信号（受信信号2）が干渉信号除去装置131及び電力比較器132に入力される。

【0309】

なお、本例のダイバーシチ受信装置の構成は、干渉信号除去装置131をオン／オフ制御する電力比較器132に係る構成が異なるといった点を除いては、例えば上記第13実施例の図13に示したダイバーシチ受信装置の構成と同様であり、本例では、異なる構成について詳しく説明する。

【0310】

干渉信号除去装置131は、電力比較器132によるオン（ON）／オフ（OFF）制御に従って、オンに制御されている場合には、入力される受信信号2に対して干渉除去処理を行い、当該干渉除去後の受信信号2をダイバーシチ受信機133へ出力する。また、オフに制御されている場合には、第2の干渉信号除去

装置131は、入力される受信信号2をそのままダイバーシチ受信機133へ出力する。

【0311】

電力比較器132は、入力される受信信号1の電力及び入力される受信信号2の電力と例えば予め定められた閾値とを比較し、当該受信信号1の電力と当該受信信号2の電力の一方或いは両方が当該閾値を超えている場合には干渉信号除去装置132をオンにして受信信号2に対する干渉除去処理を行わせる一方、当該受信信号1の電力及び当該受信信号2の電力のいずれもが当該閾値以下である場合（超えていない場合）には干渉信号除去装置132をオフにして受信信号2をそのまま出力させる。つまり、2つの受信信号1、2の内の少なくともいずれか一方の電力が閾値を超えた場合には、干渉信号が存在するとみなして、干渉信号除去装置132を動作させて干渉除去処理を行わせる。

【0312】

ダイバーシチ受信機133は、入力される受信信号1及び干渉信号除去装置132から入力される受信信号2に基づいてダイバーシチ受信を行い、具体的には、例えば受信信号1と受信信号2とでレベルが高い方の信号を選択して受信処理することや、或いは、受信信号1と受信信号2とを適当な比率で合成して当該合成結果を受信処理することを行う。

【0313】

以上のように、本例のダイバーシチ受信装置では、例えば広帯域信号と当該広帯域信号の帯域と比べて狭帯域な複数の干渉信号とを含む受信信号から干渉信号を除去する干渉信号除去装置131をダイバーシチ受信機133の片側の入力部に備えるとともに、ダイバーシチ受信機133の反対側の入力部は受信信号1そのままを入力するようにして、当該干渉信号除去装置131による干渉除去処理のオン／オフを電力比較器132により制御することができる。

【0314】

従って、例えば上記第13実施例の場合と同様な効果を得ることができる。また、いずれかの受信信号1、2の電力が閾値を超えた場合に干渉信号除去装置131が動作させられて干渉除去処理が行われる構成となっており、このように干

渉信号の有無を両方の受信信号1、2を用いて判断することにより、干渉信号の有無をなるべく早めに検出することができ、これにより、干渉信号除去装置131のオン／オフ制御を迅速に行うことができる。

【0315】

なお、本例のダイバーシチ受信装置では、干渉信号除去装置131に入力される受信信号2の電力と予め定められた閾値とを比較した結果に基づいて干渉信号除去装置131のオン／オフを制御したが、例えば上記第9実施例で述べたようにスペクトル分析を用いてオン／オフ制御を行うことも可能である。また、例えば上記第9実施例で述べたように、各ブランチの受信信号1、2毎に干渉信号除去装置131のオン／オフを制御するための条件を異ならせることも可能である。

【0316】

ここで、本発明に係る干渉信号除去装置や基地局装置や移動局装置やダイバーシチ受信装置等の構成としては、必ずしも以上に示したものに限られず、種々な構成が用いられてもよい。

また、本発明の適用分野としては、必ずしも以上に示したものに限られず、本発明は、種々な分野に適用することが可能なものである。

【0317】

一例として、本発明は、例えばW-C DMA等の次世代携帯電話に係る基地局装置や移動局装置や、H D R (High Data Rate) 基地局装置などの種々な装置に適用することが可能であり、また、例えばC DMA方式を採用した受信機に限られず、本発明は、例えば種々な通信方式を採用する基地局装置や移動局装置や中継局装置等の受信機に適用することも可能なものである。

【0318】

また、本発明に係る干渉信号除去装置の構成としては、例えば上記図20や上記図22や上記図23や上記図24に示したような構成の装置に、本発明に係る干渉信号除去装置を適用することも可能である。

また、本例では、本発明に係る干渉信号除去装置を備えたダイバーシチ受信装置の種々な構成を示したが、これら種々な構成を有するダイバーシチ受信装置に

おいて他の干渉信号除去装置を用いることも可能であり、この場合、干渉信号除去装置としては本発明に係る構成に限られずに種々なものを用いることが可能である。

【0319】

また、本発明に係る干渉信号除去装置や基地局装置や移動局装置やダイバーシ受信装置等において行われる各種の処理としては、例えばプロセッサやメモリ等を備えたハードウェア資源においてプロセッサがROMに格納された制御プログラムを実行することにより制御される構成が用いられてもよく、また、例えば当該処理を実行するための各機能手段が独立したハードウェア回路として構成されてもよい。

また、本発明は上記の制御プログラムを格納したフロッピーディスクやCD-ROM等のコンピュータにより読み取り可能な記録媒体や当該プログラム（自体）として把握することもでき、当該制御プログラムを記録媒体からコンピュータに入力してプロセッサに実行させることにより、本発明に係る処理を遂行させることができる。

【0320】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る干渉信号除去装置などでは、広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ入力信号から当該干渉信号を除去するに際して、例えば入力信号のデジタル値の有効語長を制限することや入力信号に雑音を加えることや入力信号に1未満の制御係数を乗算することにより入力信号を制御し、制御された入力信号に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を推定し、当該推定結果に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を抽出し、当該抽出される干渉信号を入力信号から除去するようにしたため、比較的大きいレベルを有する干渉信号のみを推定や抽出して入力信号から除去することができ、これにより、例えば希望信号までも除去してしまうことを抑制して、干渉除去後の入力信号の品質を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例に係る干渉信号除去装置の構成例を示す図で

ある。

【図2】 本発明の第2実施例に係る干渉信号除去装置の構成例を示す図である。

【図3】 本発明の第3実施例に係る干渉信号除去装置の構成例を示す図である。

【図4】 本発明の第4実施例に係る干渉信号除去装置の構成例を示す図である。

【図5】 本発明の第5実施例に係る干渉信号除去装置の構成例を示す図である。

【図6】 本発明の第6実施例に係る干渉信号除去装置の構成例を示す図である。

【図7】 本発明の第7実施例に係る干渉信号除去装置の構成例を示す図である。

【図8】 本発明の第8実施例に係る干渉信号除去装置の構成例を示す図である。

【図9】 本発明の第9実施例に係るダイバーシチ受信装置の構成例を示す図である。

【図10】 本発明の第10実施例に係るダイバーシチ受信装置の構成例を示す図である。

【図11】 本発明の第11実施例に係るダイバーシチ受信装置の構成例を示す図である。

【図12】 本発明の第12実施例に係るダイバーシチ受信装置の構成例を示す図である。

【図13】 本発明の第13実施例に係るダイバーシチ受信装置の構成例を示す図である。

【図14】 本発明の第14実施例に係るダイバーシチ受信装置の構成例を示す図である。

【図15】 本発明に係る干渉信号除去装置を用いて広帯域信号と狭帯域干渉信号とを含む受信信号から当該干渉信号を除去する場合の一例を示す図

である。

【図16】 本発明に係る干渉信号除去装置を用いて広帯域信号と狭帯域干渉信号とを含む受信信号から当該干渉信号を除去する場合の様子の一例を示す図である。

【図17】 従来例に係る干渉信号除去装置の構成例を示す図である。

【図18】 拡散符号系列の一例を説明するための図である。

【図19】 CDMA方式による広帯域の拡散信号と狭帯域の干渉信号とを含む受信信号のスペクトルの一例を示す図である。

【図20】 干渉信号除去装置の一例を示す図である。

【図21】 適応フィルタの構成例を示す図である。

【図22】 干渉信号除去装置の一例を示す図である。

【図23】 干渉信号除去装置の一例を示す図である。

【図24】 干渉信号除去装置の一例を示す図である。

【図25】 ダイバーシチ受信装置の構成例を示す図である。

【図26】 CDMA信号に2波のFM信号が干渉した受信信号のスペクトルの一例を示す図である。

【図27】 干渉信号除去処理の開始直後において干渉信号除去装置から出力される信号のスペクトルの一例を示す図である。

【図28】 干渉信号除去処理を開始してからしばらくの時間が経過した場合において干渉信号除去装置から出力される信号のスペクトルの一例を示す図である。

【図29】 干渉信号除去特性の一例を示す図である。

【図30】 従来例に係る干渉信号除去装置を用いて広帯域信号と狭帯域干渉信号とを含む受信信号から当該干渉信号を除去する場合の様子の一例を示す図である。

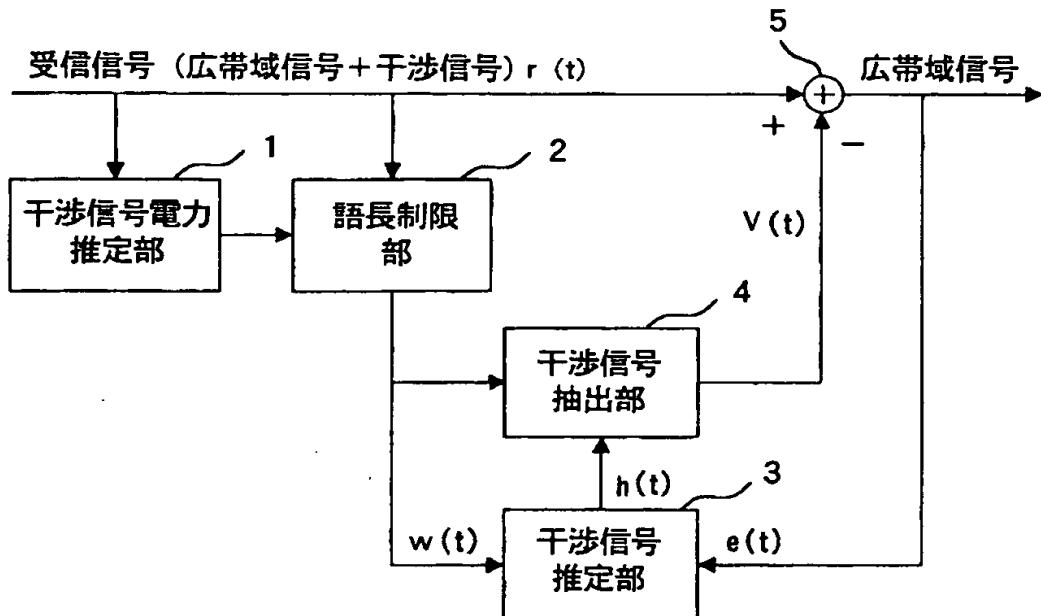
【符号の説明】

- 1、11、21、31、41、51…干渉信号電力推定部、
- 2、32、61…語長制限部、
- 3、14、23、33、44、53、62、73、141…干渉信号推定部

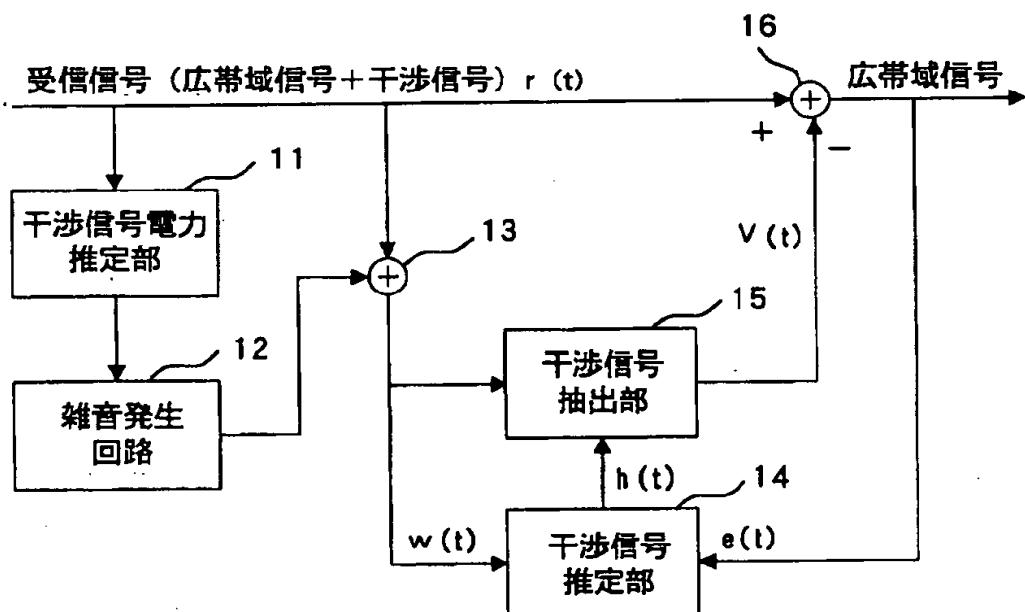
4、15、24、34、45、55、63、74、142…干渉信号抽出部
5、16、26、35、46、56、64、75、143…合成器、
12、42、71…雜音発生回路、13、43、72…加算回路、
22、25、52、54…乗算器、
81、82、91、92、101、102、111、121、131、191
、192…干渉信号除去装置、
83、84、93、103、122、132…電力比較器、
85、94、104、112、123、133、193…ダイバーシチ受信
機、

【書類名】 図面

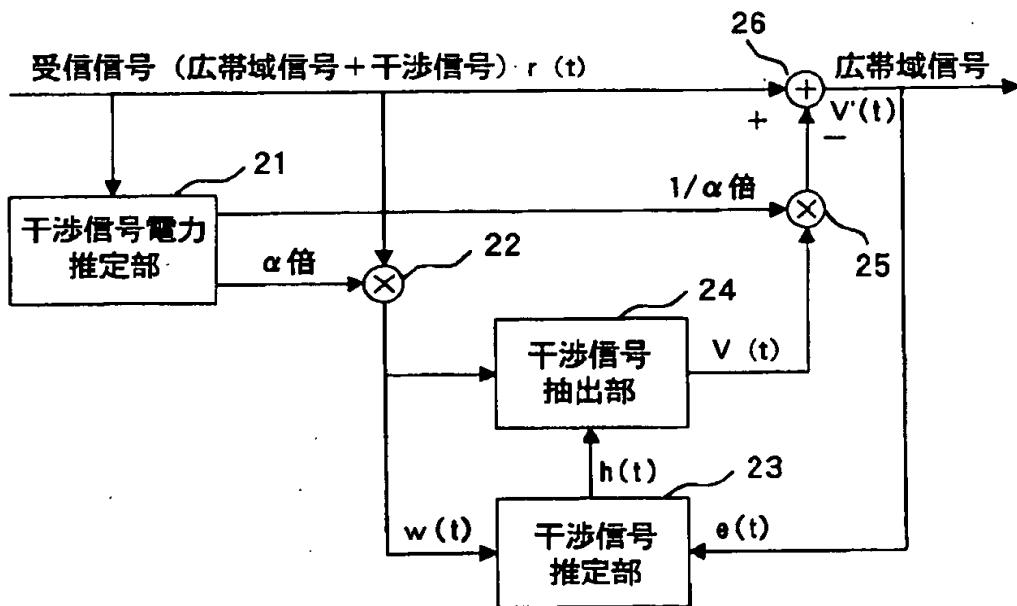
【図1】



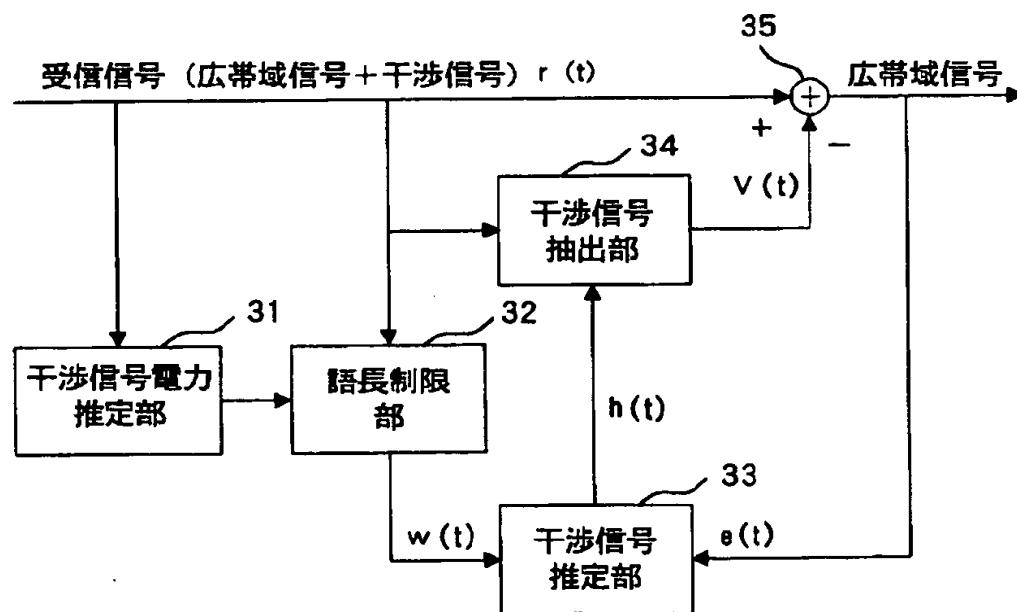
【図2】



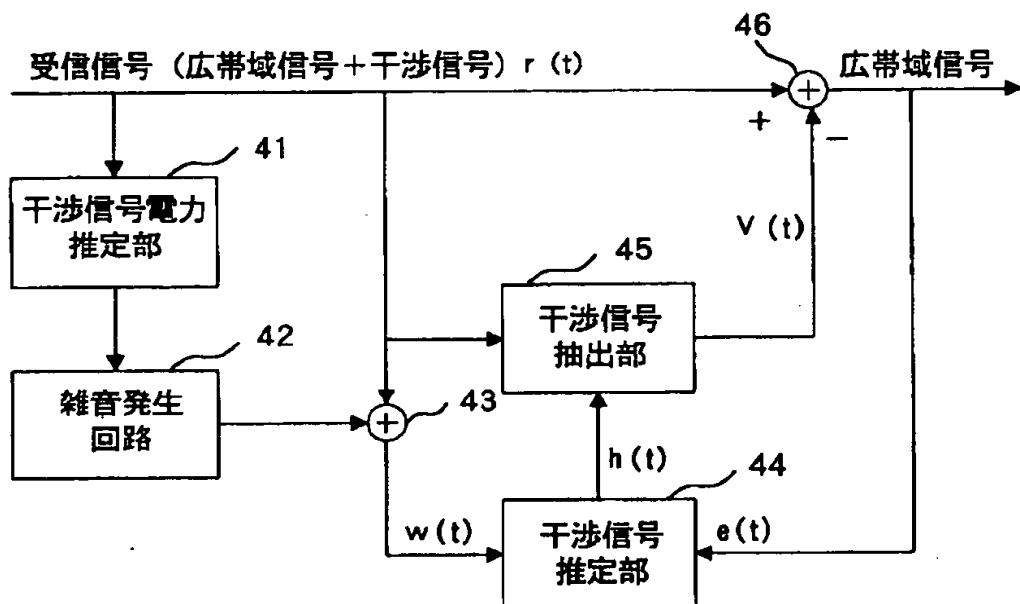
【図3】



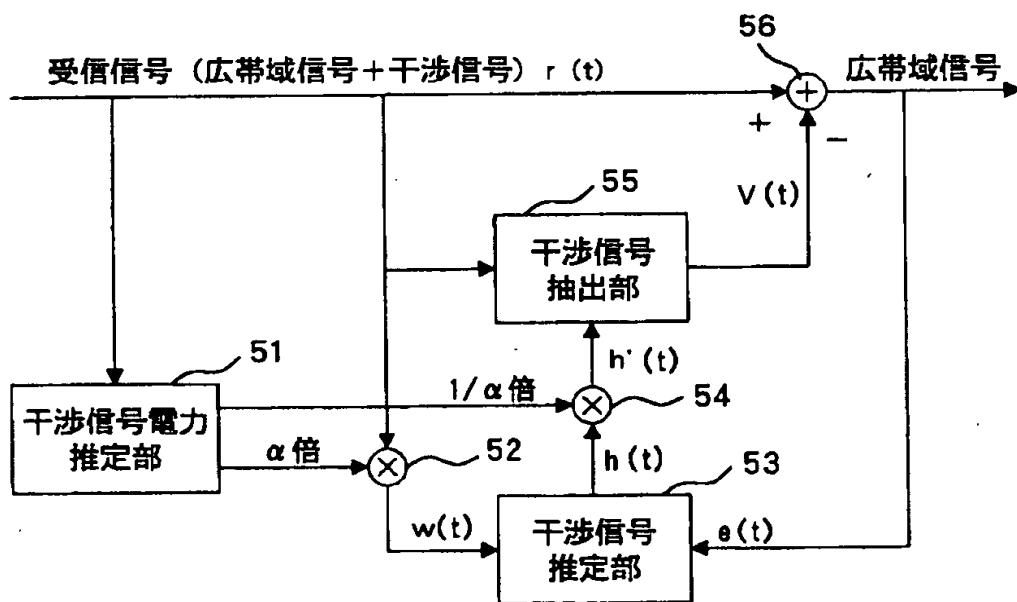
【図4】



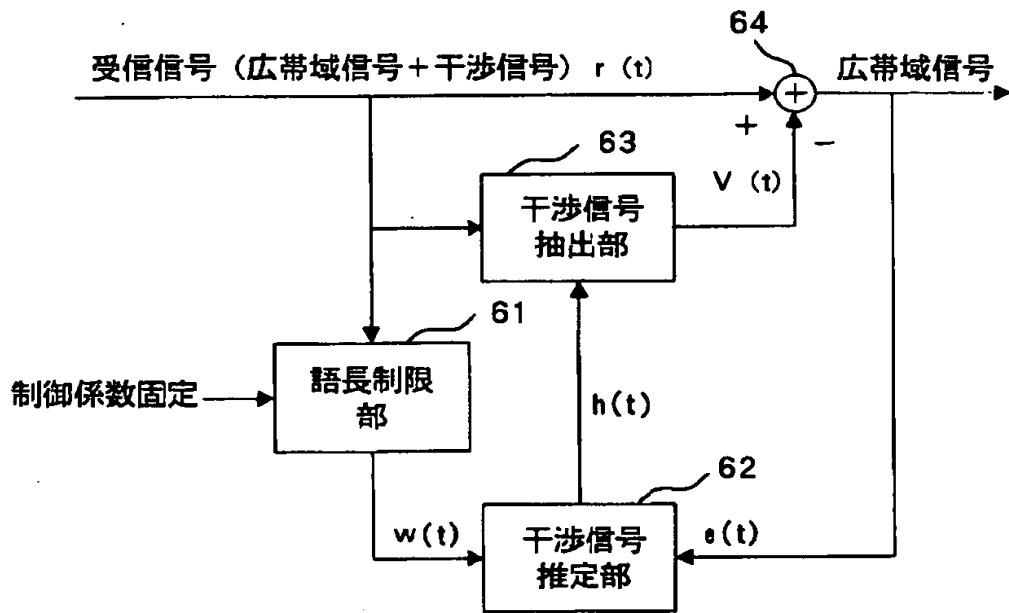
【図5】



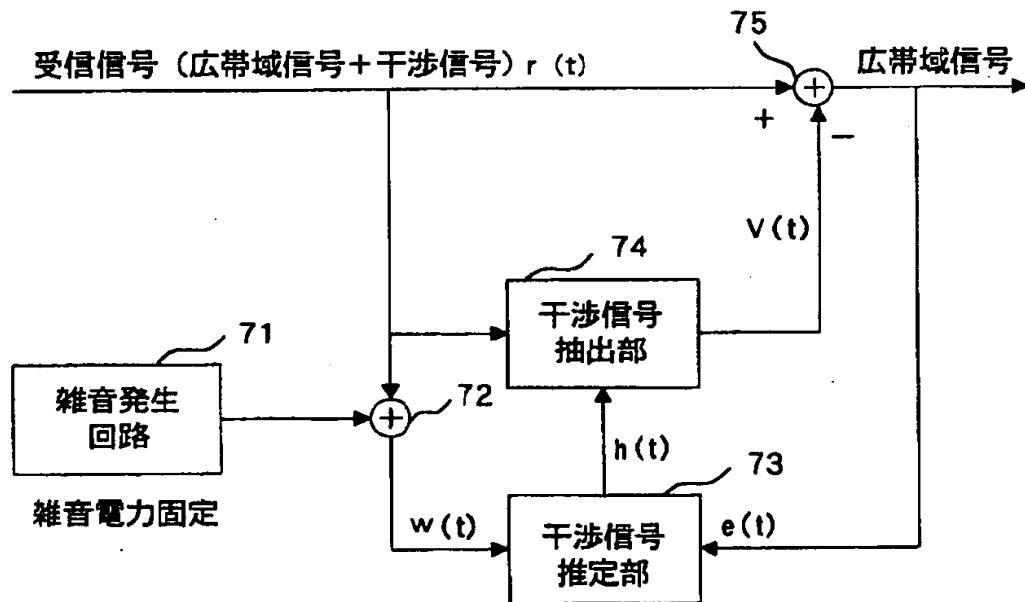
【図6】



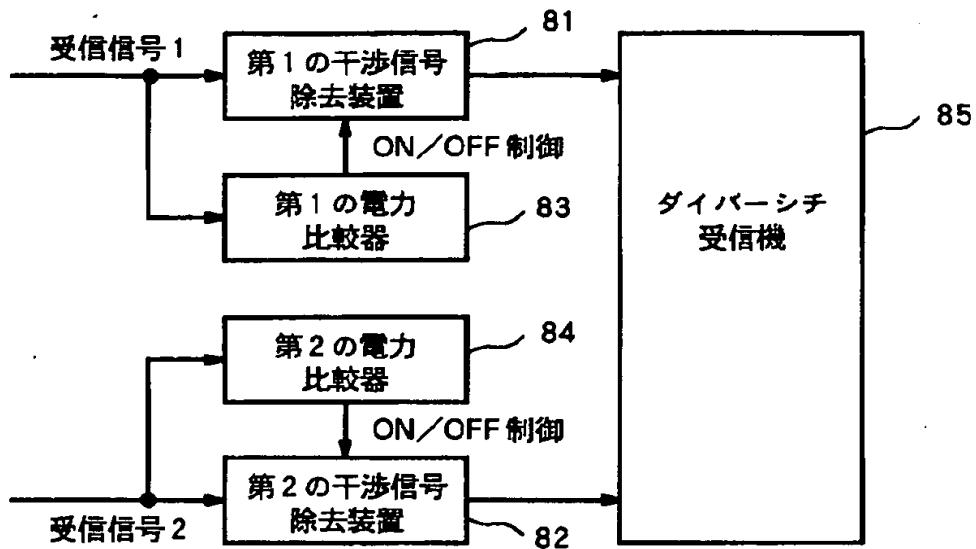
【図7】



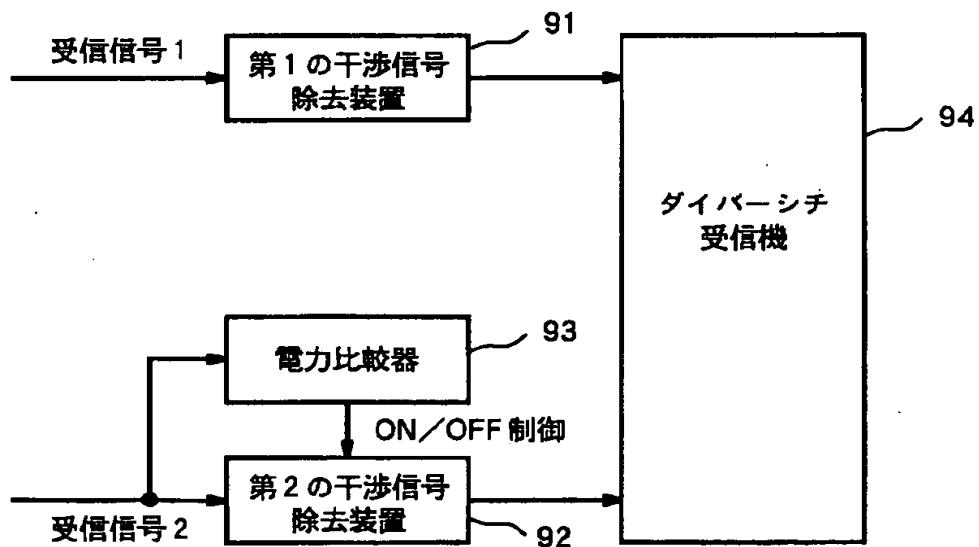
【図8】



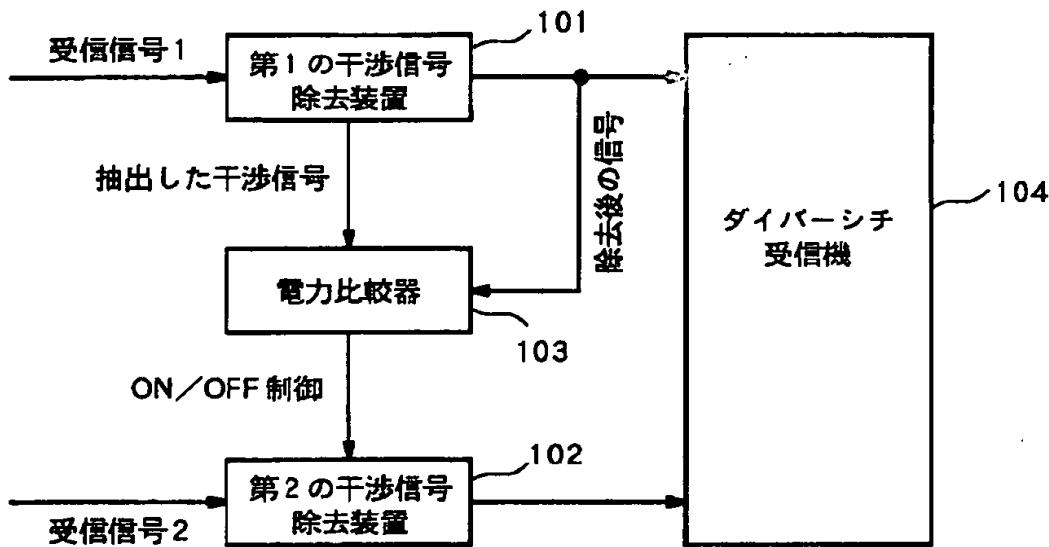
【図9】



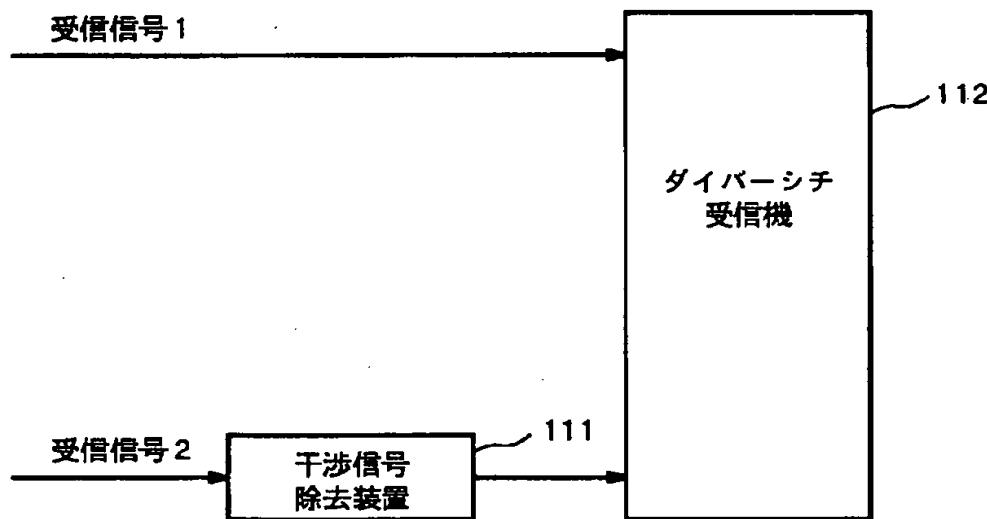
【図10】



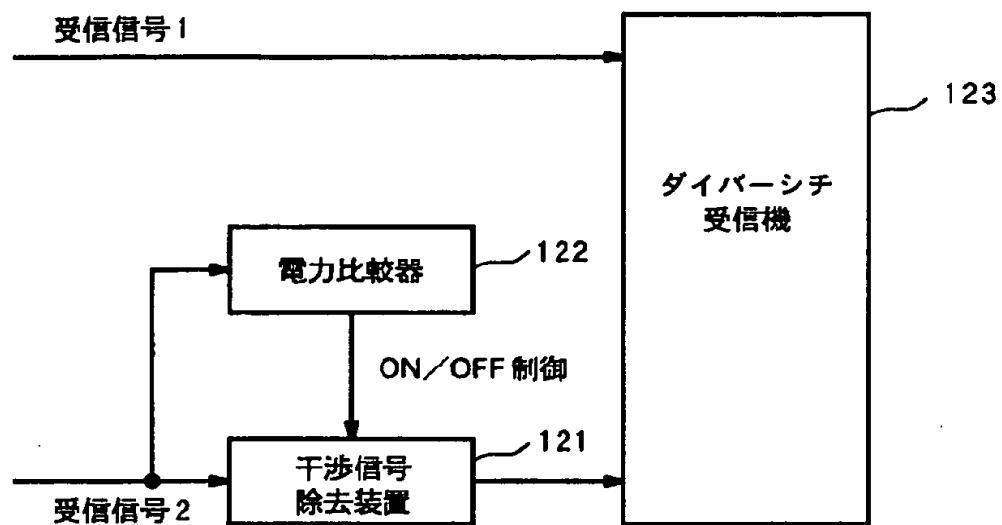
【図11】



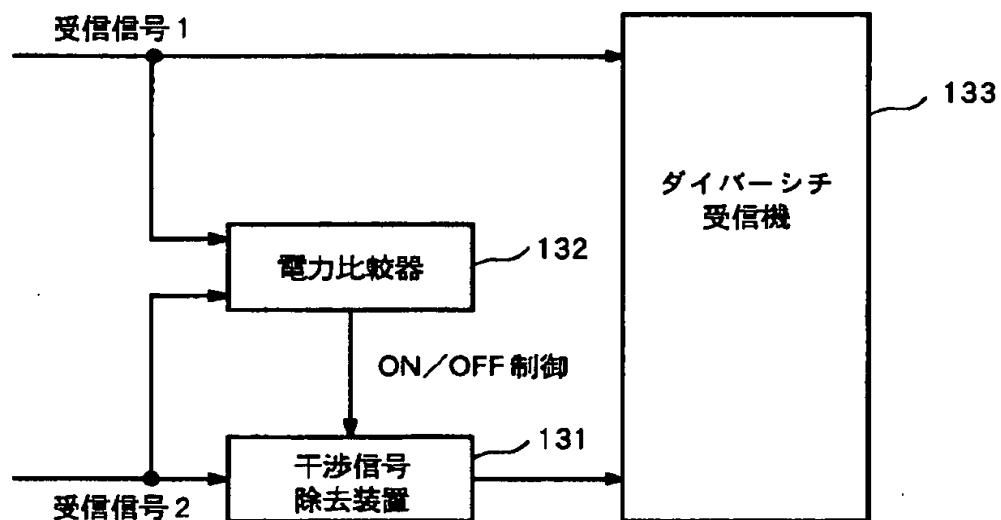
【図12】



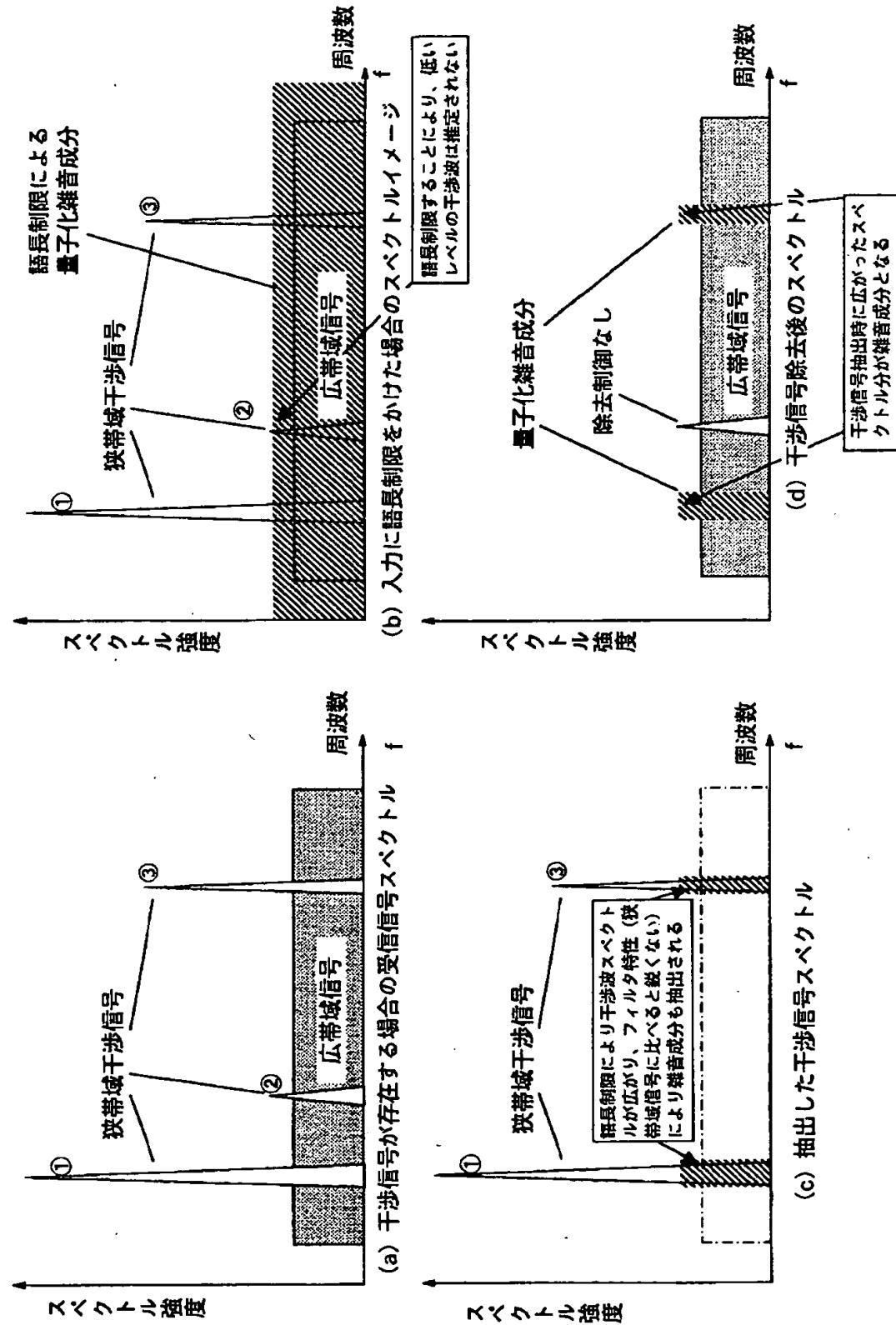
【図13】



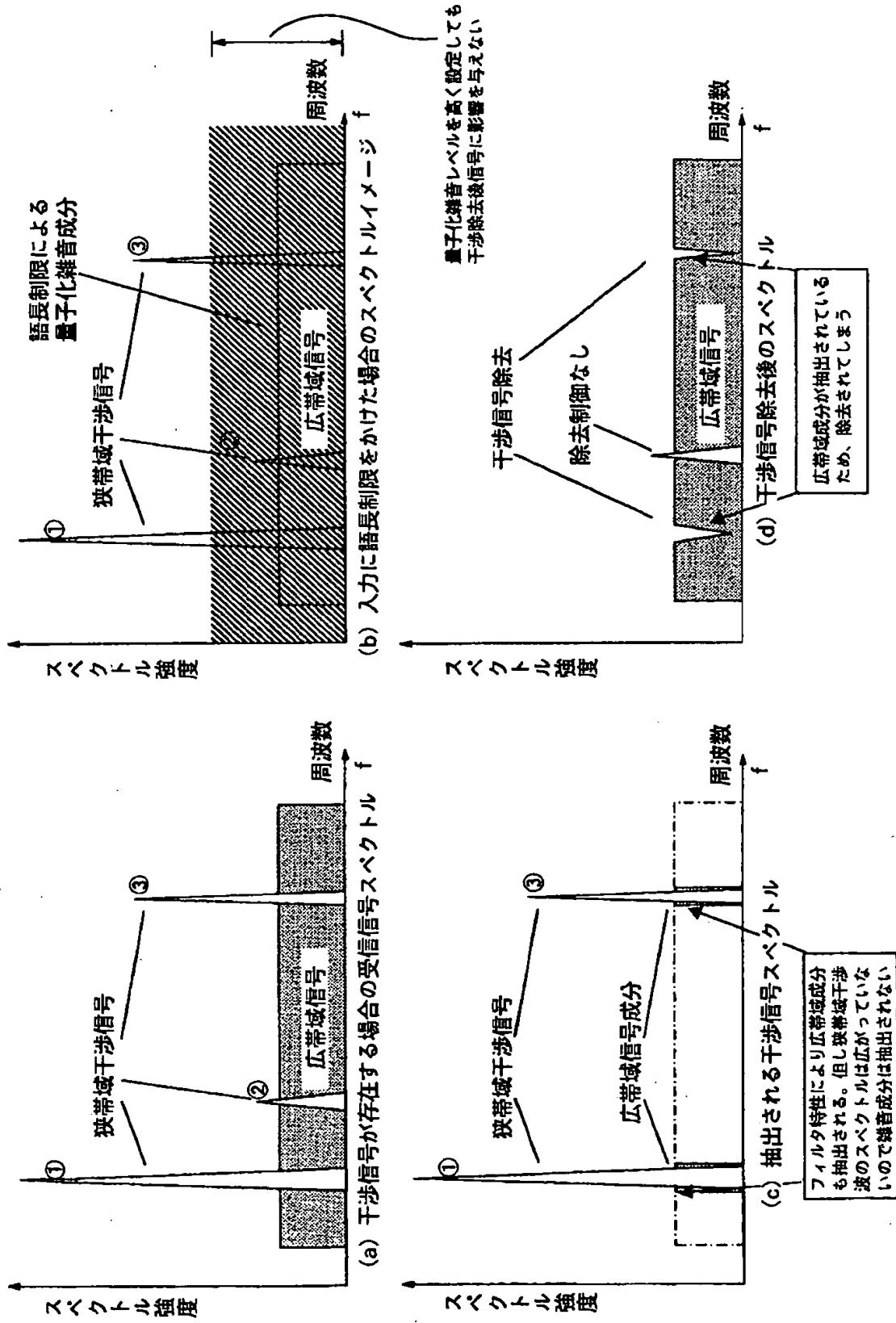
【図14】



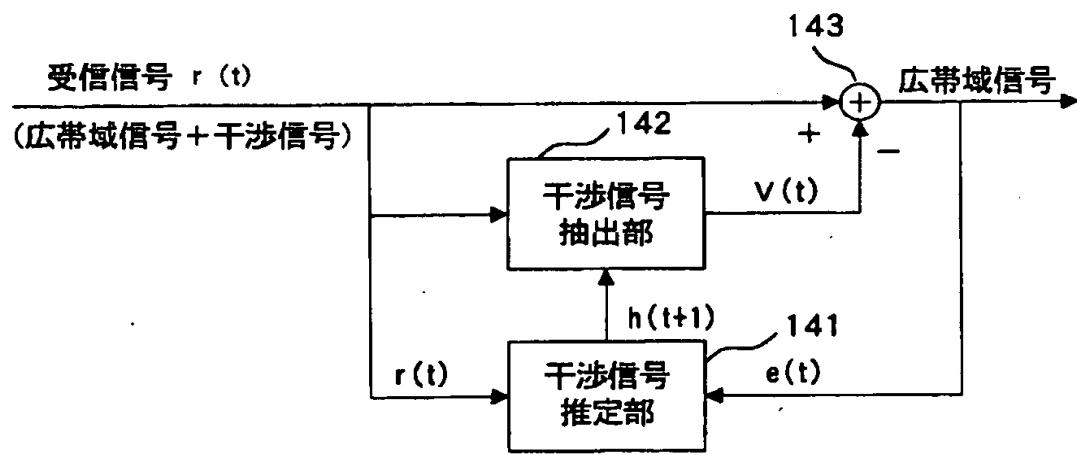
【図15】



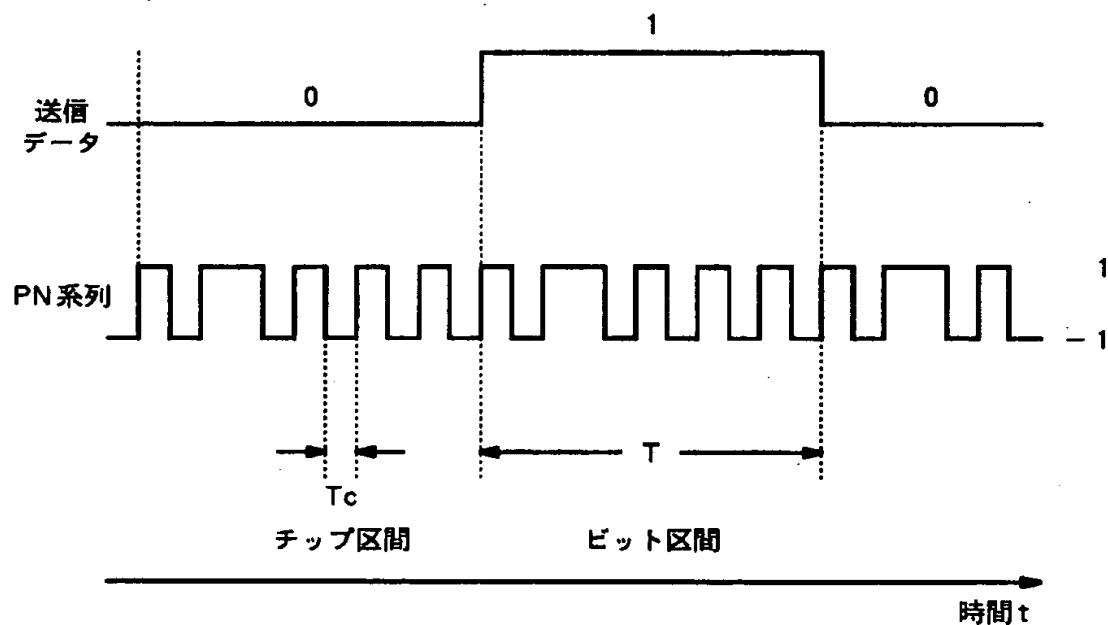
【図16】



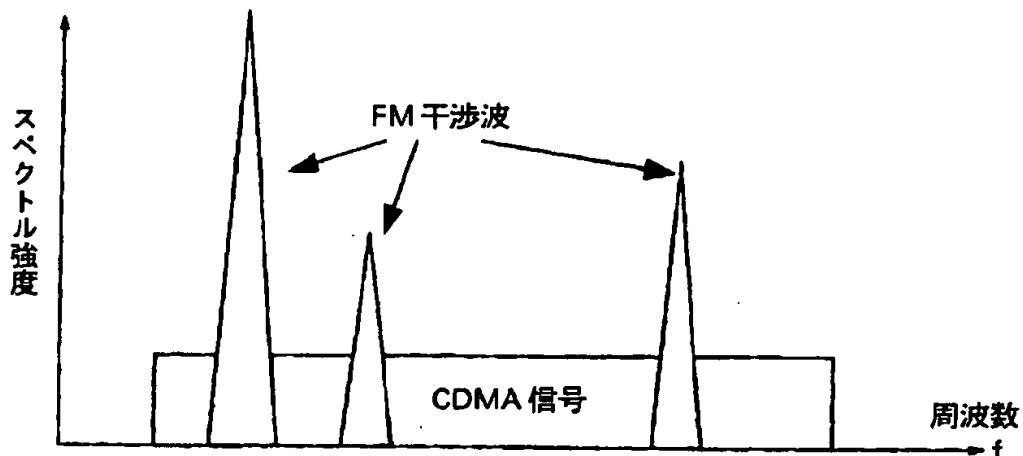
【図17】



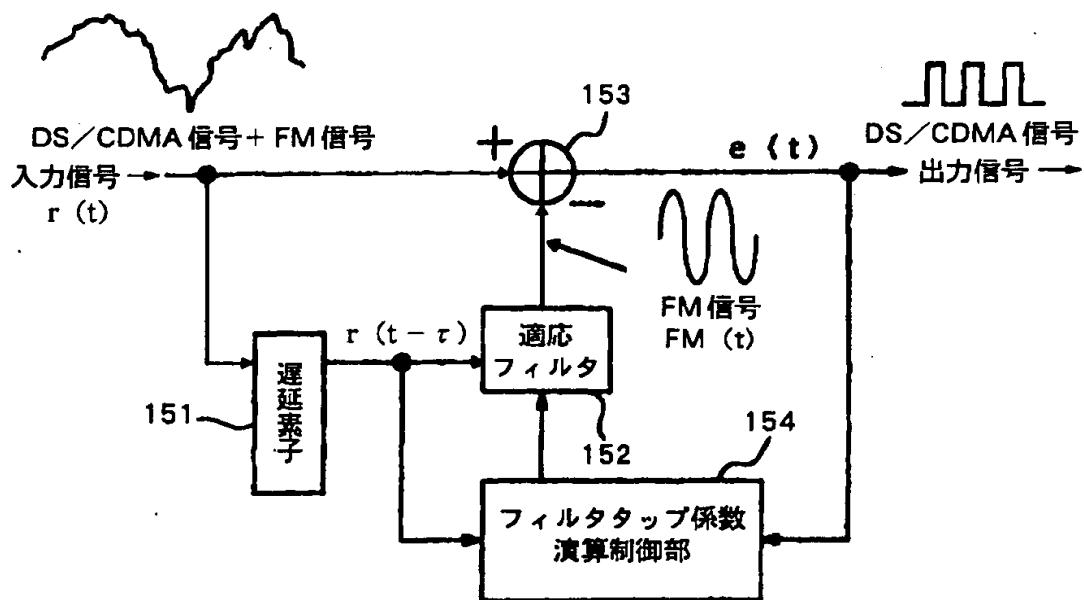
【図 1 8】



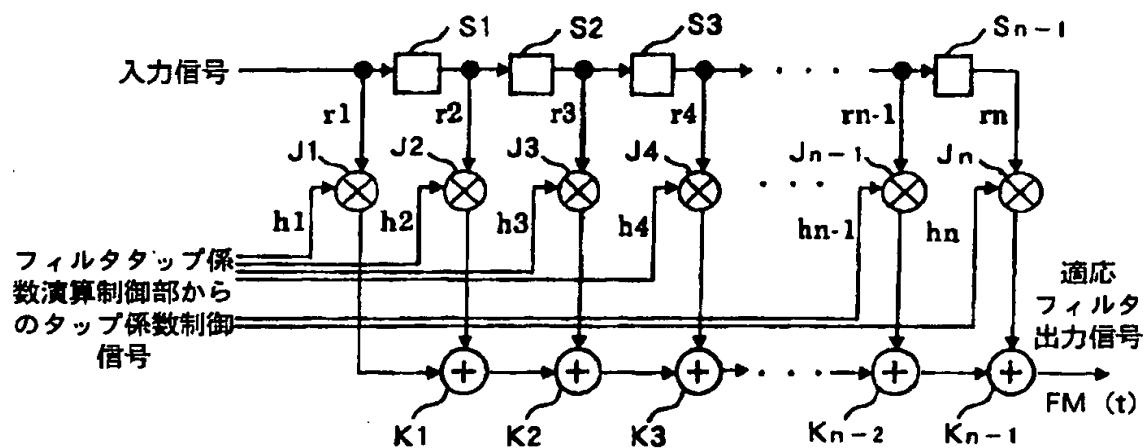
【図19】



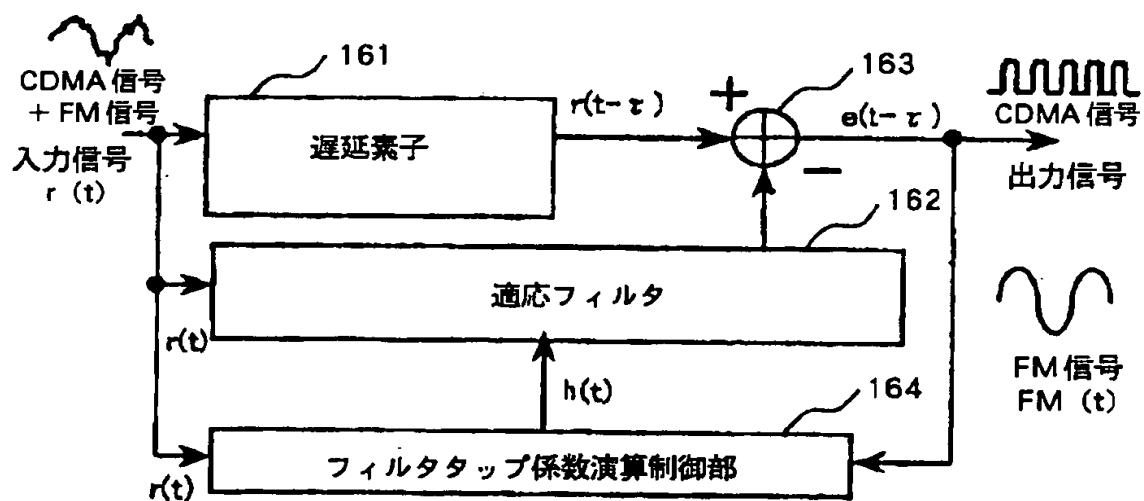
【図20】



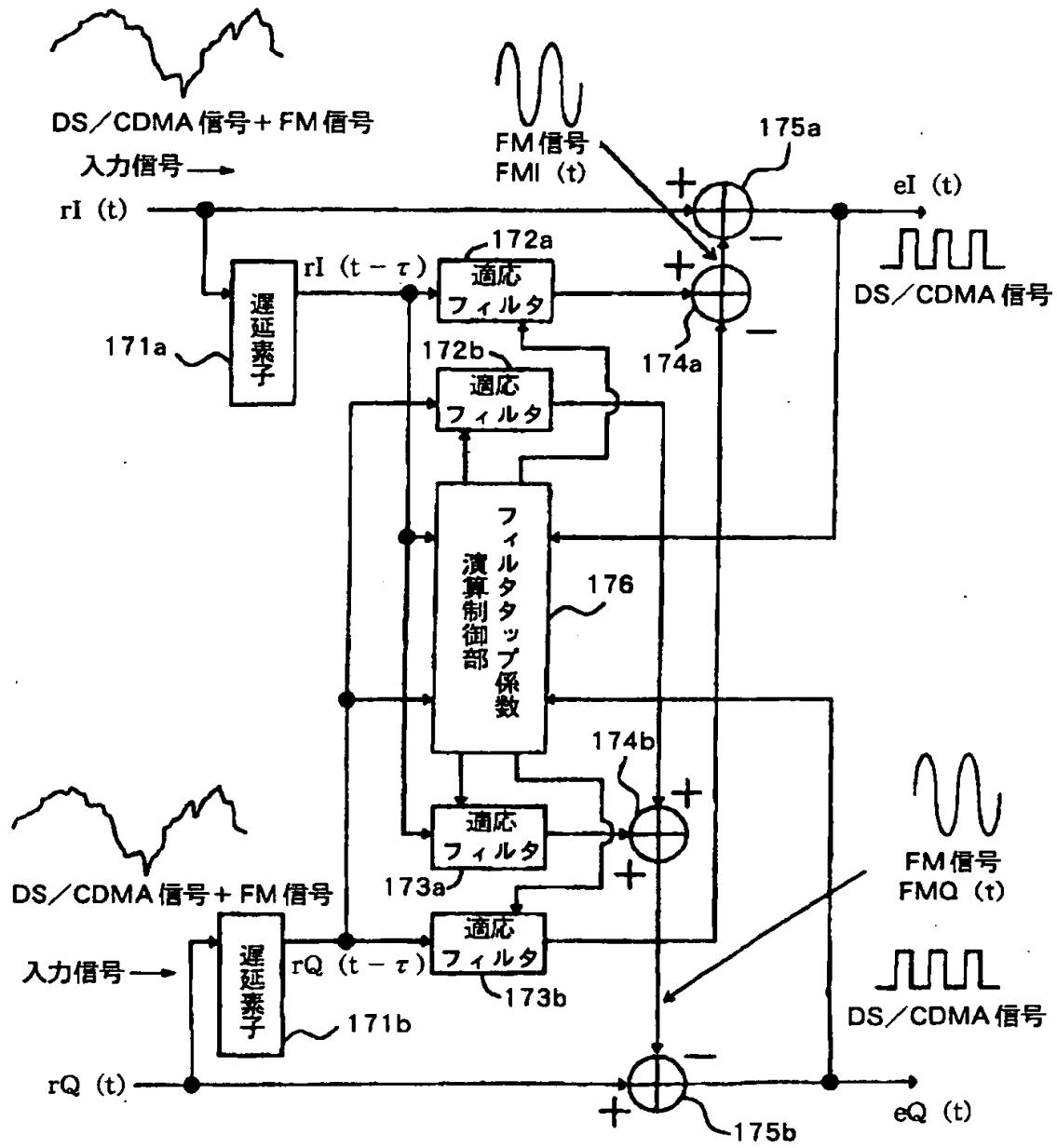
【図21】



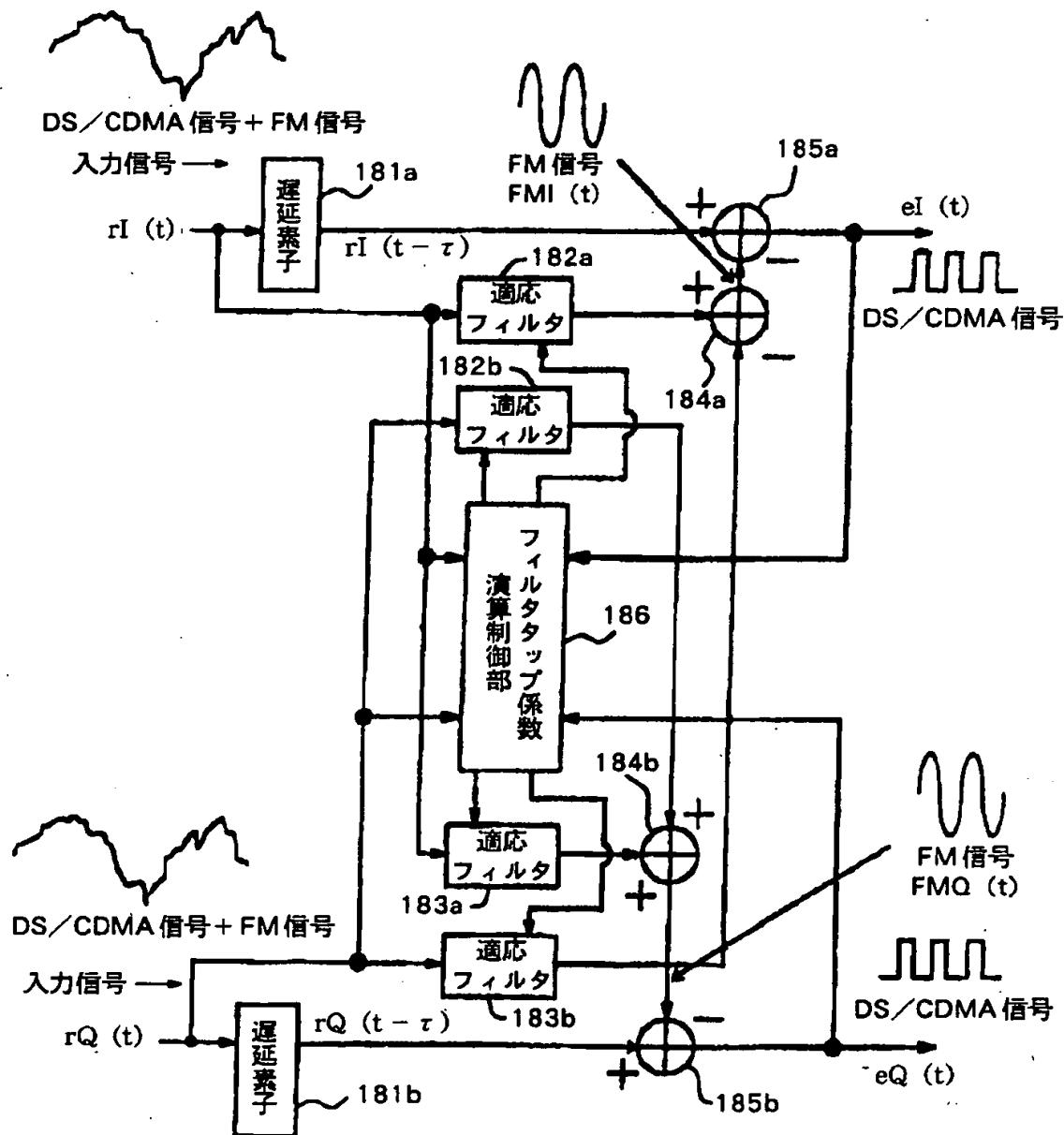
【図22】



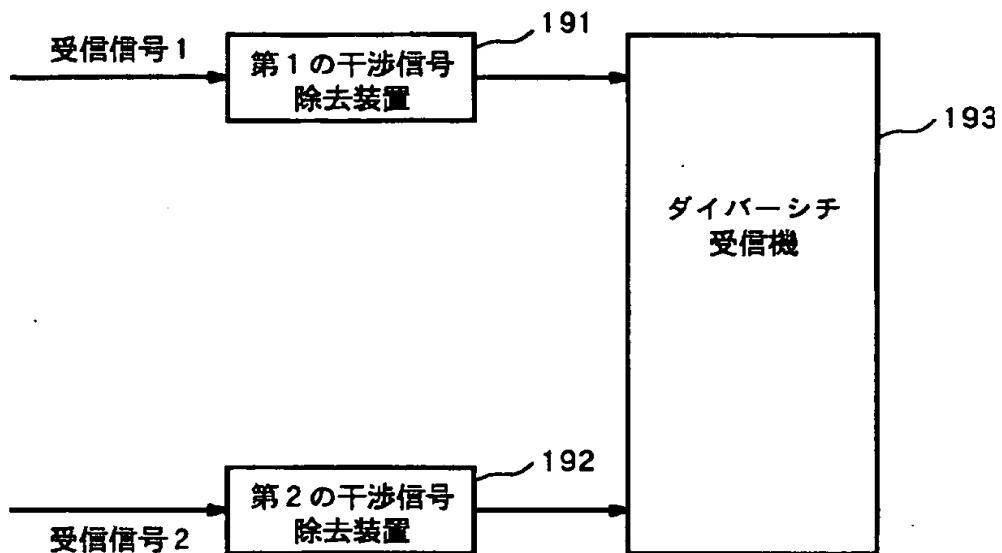
【図23】



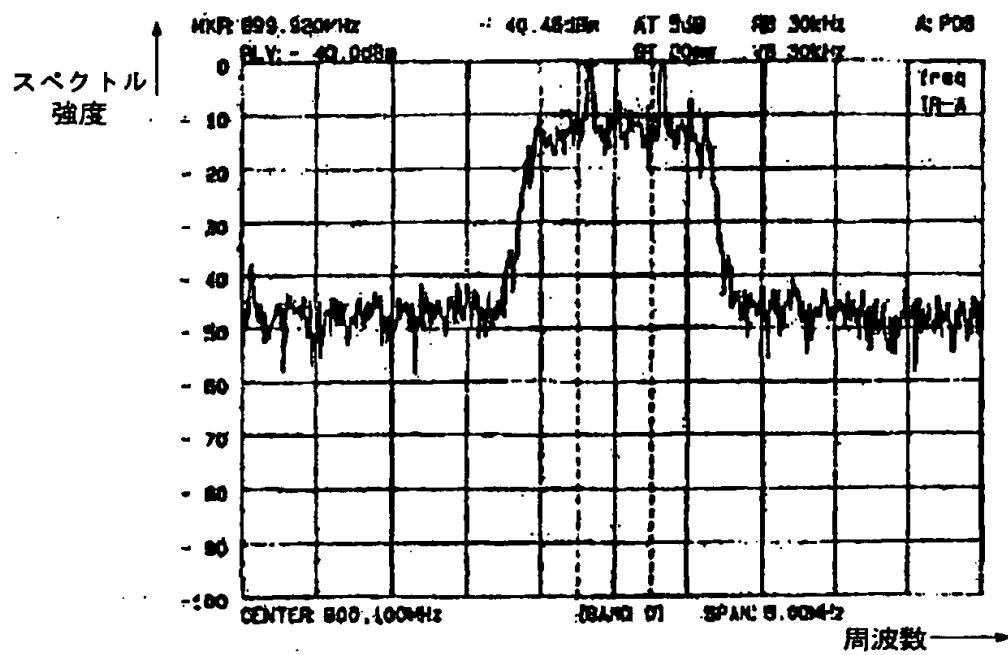
【図24】



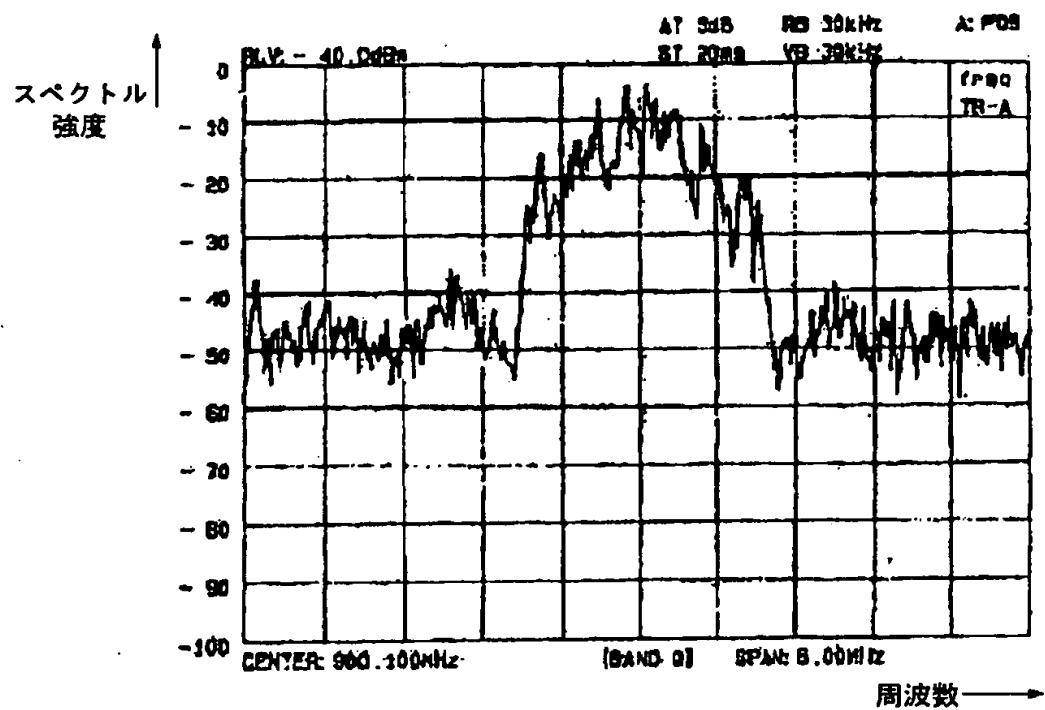
【図25】



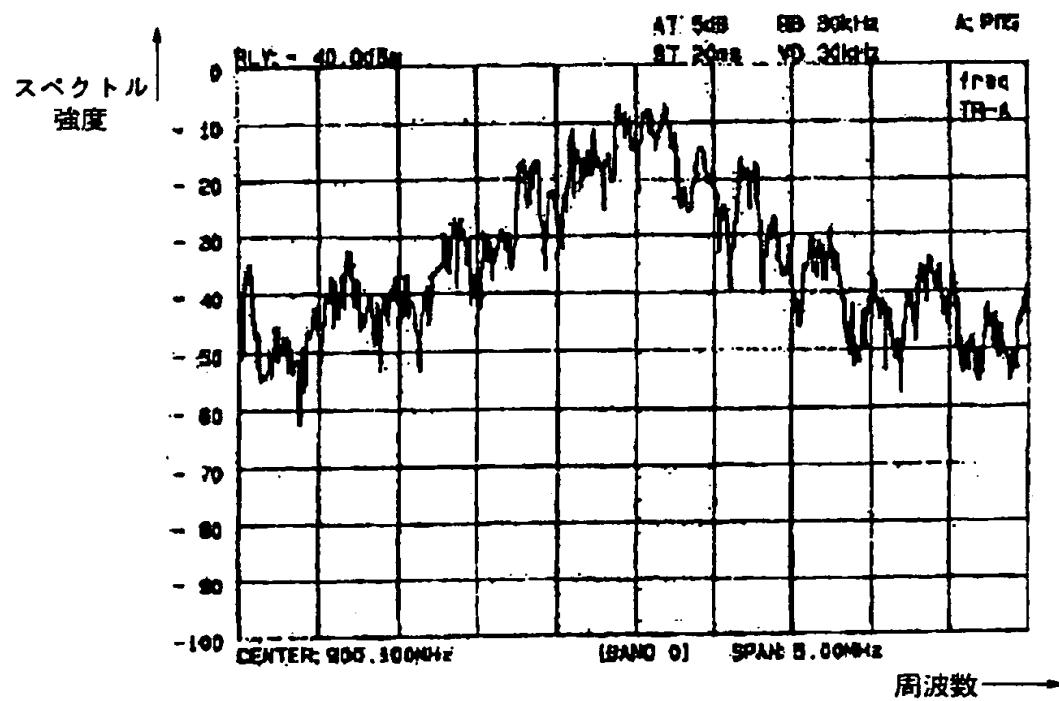
【図26】



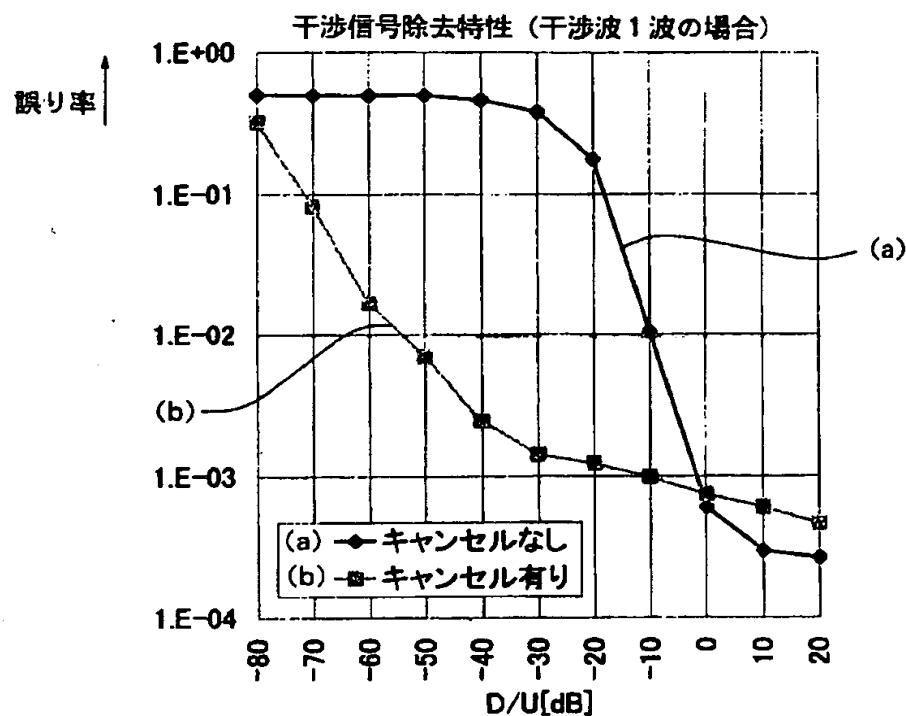
【図27】



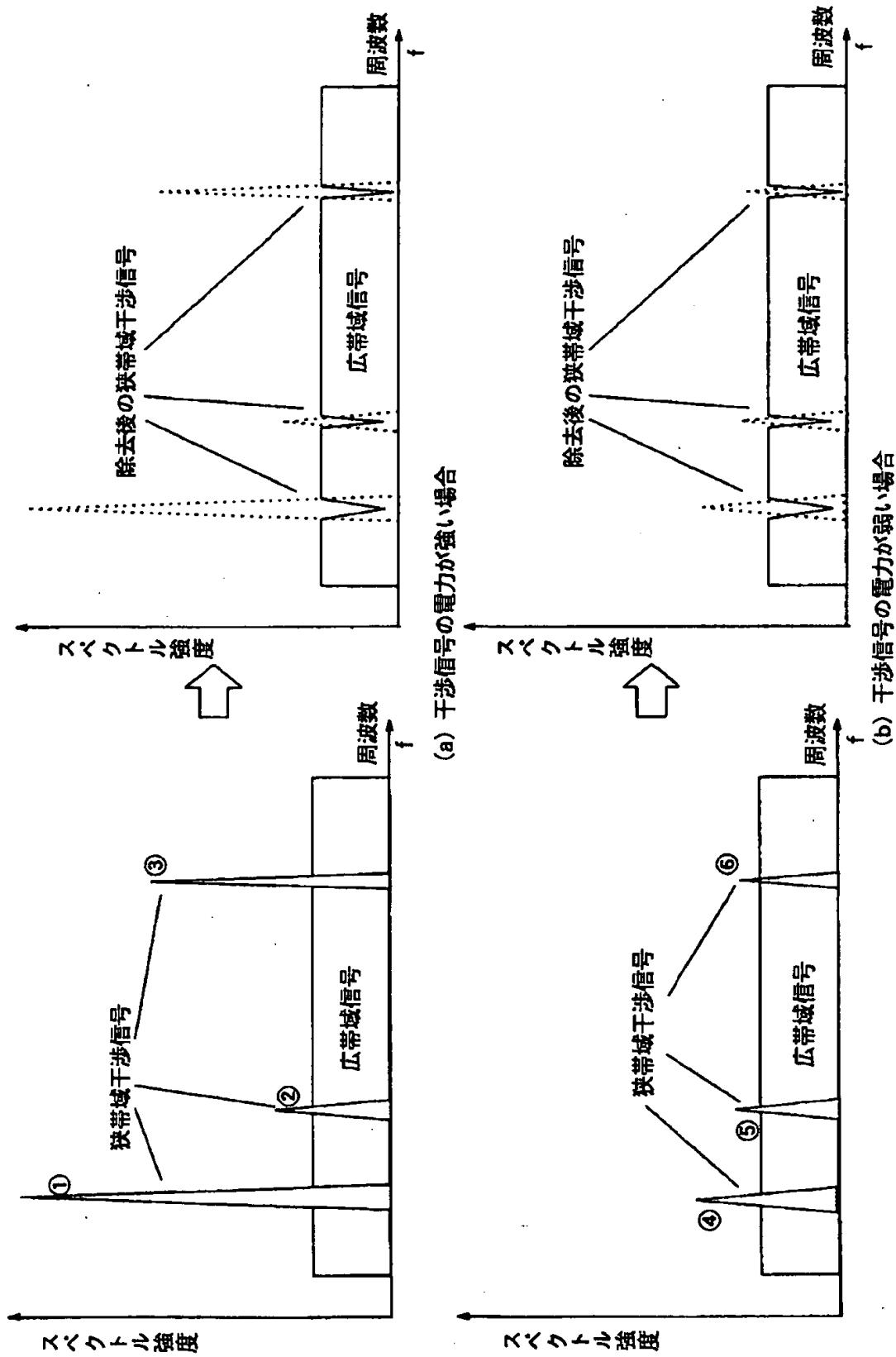
【図28】



【図29】



【図30】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 広帯域の希望信号と狭帯域の干渉信号とを含んだ入力信号から当該干渉信号を除去するに際して、比較的大きいレベルを有する干渉信号のみを入力信号から除去することにより干渉除去後の入力信号の品質を向上させる干渉信号除去装置を提供する。

【解決手段】 例えば、入力信号制御手段1、2が入力信号のデジタル値の有効語長を制限し、干渉信号推定手段3が有効語長が制限された入力信号に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を推定し、干渉信号抽出手段4が干渉信号推定手段3の推定結果に基づいて入力信号に含まれる干渉信号を抽出し、干渉信号除去手段5が抽出される干渉信号を入力信号から除去する。

【選択図】 図1

特2001-067601

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-067601
受付番号	50100340312
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成13年 3月12日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成13年 3月 9日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000001122]

1. 変更年月日 2001年 1月11日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都中野区東中野三丁目14番20号
氏 名 株式会社日立国際電気